



Catharina Alexandra Teotónio Tavares

Licenciada em Química Aplicada

Valorização de Peles de Aves

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: Prof. Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando, Professora
Auxiliar, FCT-UNL

Co-orientador: Victor Gomes Lauriano de Souza, Bolseiro de
doutoramento, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Doutora Benilde Simões Mendes – FCT/UNL

Vogais: Doutora Maria Margarida Boavida Pontes Gonçalves – FCT/UNL

Doutora Ana Luisa Almaça da Cruz Fernando – FCT/UNL



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Setembro 2016



Catharina Alexandra Teotónio Tavares

Licenciada em Química Aplicada

Valorização de Peles de Aves

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: Prof. Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando, Professora
Auxiliar, FCT-UNL

Co-orientador: Victor Gomes Lauriano de Souza, Bolseiro de
doutoramento, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Doutora Benilde Simões Mendes – FCT/UNL

Vogais: Doutora Maria Margarida Boavida Pontes Gonçalves – FCT/UNL
Doutora Ana Luisa Almaça da Cruz Fernando – FCT/UNL



Setembro 2016

Direitos de cópia

“Valorização de peles de aves”

© Catharina Alexandra Teotónio Tavares, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Esta é uma altura para agradecer aqueles que me ajudaram durante esta etapa da minha vida. Aos familiares e amigos, que sempre me apoiaram em todos os momentos cruciais para a minha carreira académica. Aos meus pais, que sempre se incumbiram de me educar com as bases para o empenho e dedicação que sempre tive para me formar nas áreas que mais gosto.

Quero agradecer em especial à professora Ana Luísa Fernando, que sempre foi mais do que uma professora, uma amiga. Sempre me apoiou não só nesta fase de mestrado, como também orientadora do projeto final de licenciatura, tornando-se uma mentora na segunda fase dos meus estudos. Um grande obrigado.

Aproveito ainda para mostrar o meu carinho para com os meus colegas e amigos do mestrado, com os quais tive oportunidade de conviver durante 2 anos e não só, especialmente acompanhando de perto todas as etapas das nossas respetivas dissertações. A caminhada foi longa mas cheia de “frutos”.

Procuró ainda agradecer à empresa que possibilitou o desenvolvimento deste estudo, através do fornecimento de peles, e ainda à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa por facultar um local e material de trabalho adequados ao projeto aqui desenvolvido.

Por último, agradeço pela leitura desta dissertação.

Resumo

O desmanche e transformação de carne de frango contemplam, em muitos dos seus processos, a geração de peles como subprodutos. Estes resíduos, se forem eliminados sem valorização, representam uma perda de recursos biológicos úteis, tais como proteínas, enzimas e lípidos. Uma vez que as peles de aves são ricas em gordura e também em alguma proteína, o principal objectivo deste trabalho consistiu em desenvolver processos que permitam a sua valorização.

Para efeitos deste estudo, foi avaliada a viabilidade da valorização das peles de aves, nomeadamente de frango, na produção de emulsões estáveis para possível incorporação em produtos de elevado valor acrescentado ou como substituto, por exemplo, de toucinho de porco em formulações de salsichas frescas. O objectivo final centrou-se na obtenção de um produto passível de ser futuramente comercializado. Num primeiro estudo, foi avaliada a viabilidade da valorização das peles de aves na produção de emulsões estáveis, para que possam ser incorporadas em salsichas frescas como substituto de gordura de suíno. Testaram-se diferentes formulações em bancada e depois foi testado em piloto a formulação que apresentou melhores resultados. Quando comparados com as salsichas tradicionais, os produtos desenvolvidos apresentaram um teor proteico superior e em lípidos inferior. As peles de peru evidenciaram maior tendência em oxidar, o que resultou numa rejeição das salsichas desenvolvidas. No entanto, para os produtos com incorporação das emulsões de peles de frango obtiveram-se por análise sensorial, resultados muito satisfatórios, uma vez que o painel não identificou de forma significativa diferenças em relação aos produtos padrão. Conclui-se que é viável a substituição da gordura suína pelas emulsões de pele de frango, por resultar num produto de melhor qualidade nutricional e com aceitação sensorial pelos consumidores. Numa segunda fase do projeto, tentou-se produzir um toucinho de pele de ave, uma placa de gordura sólida, que pudesse depois ser incorporada em outros produtos como substituto de gordura de porco. Verificou-se que a adição de agentes espessantes e emulsionantes foram eficazes para produzir uma placa de gordura sólida. Foi ainda verificado que as emulsões mais viáveis em termos de produção de uma placa sólida são aquelas com maior teor nestes agentes espessantes, mas mais estudos terão de ser feitos para estabelecer um limite de adição. Foi ainda testada a viabilidade da eliminação de aditivos (corantes e conservantes) no fabrico destas emulsões, mas o crescimento microbiano mostrou-se significativo, mostrando que poderá não ser viável a eliminação total destes aditivos. Mais estudos deverão ser feitos para eliminar parcialmente ou eliminar o uso de aditivos.

Palavras-chave: Valorização de subprodutos; Pele de frango; Salsichas frescas; Emulsões; Toucinho de aves; Goma Xantana; Goma Guar.

Abstract

The deboning and transformation of chicken meat contemplate, in many of its processes, the generation of skin as a byproduct. These skin residues, if they're eliminated without its proper valorization, represent a loss of useful biological resources like proteins, enzymes or lipids. Since chicken skin is rich in fat and also some protein, the main objective of this work consisted in developing processes that allow its valorization.

For the purposes of this study, the feasibility of poultry skins, particularly chicken skins, was evaluated for the production of stable emulsions for possible incorporation into high added value products or as a substitute, for example, of pork loin in fresh sausage formulations . The ultimate goal was to obtain a product that could be commercialized in the future. In a first study, the feasibility of poultry skins in the production of stable emulsions was evaluated, so that they can be incorporated into fresh sausages as a substitute for swine fat. Different formulations were tested on the bench and then the formulation with the best results was tested in the pilot. When compared to traditional sausages, the products developed had a higher protein content and lower lipid content. The turkey skins showed a greater tendency to oxidize, which resulted in a rejection of the developed sausages. However, for products incorporating the chicken skins emulsions, very satisfactory results were obtained by sensory analysis, since the panel did not significantly identify differences in comparison with the standard products. It was concluded that the substitution of pork fat by chicken skin emulsions is feasible, as it results in a product with improved nutritional quality and with sensorial acceptance by consumers. In a second phase of the project, it was attempted to produce a poultry skin bacon, a solid fat plate, which could then be incorporated into other products as a substitute for pork fat. The addition of thickening and emulsifying agents was found to be effective to produce a solid fat plate. It has further been found that the most viable emulsions in terms of the production of a solid plaque are those with the highest content in these thickening agents, but further studies will have to be done to establish an addition limit. The feasibility of eliminating additives (dyes and preservatives) in the manufacture of these emulsions was also tested, but microbial growth proved to be significant, showing that total elimination of these additives may not be feasible. Further studies should be done to partially eliminate or eliminate the use of additives.

Keywords: Byproducts valorization; Chicken skin; Fresh sausages; Emulsions; Chicken fat; Xanthan gum; Guar gum.

Índice

Resumo.....	VI
Abstract.....	VII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Subprodutos	1
1.1.1. Sustentabilidade (Ambiental, Social e Económica)	1
1.1.2. Valorização de subprodutos	1
1.1.3. Industria Avícola	3
1.2 Peles de aves	5
1.2.1 Composição	5
1.2.2 Valorização das peles	9
1.3 Objetivo do trabalho	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 Materiais.....	15
2.2 Caracterização físico-química das peles de frango, das emulsões e das salsichas frescas	16
2.2.2 Determinação do teor de humidade	16
2.2.2 Determinação da perda de água nas salsichas	16
2.2.3 Determinação do teor em cinzas	17
2.2.4 Determinação do teor de gordura total	18
2.2.5 Determinação do teor de proteína total (teor de azoto total)	19
2.2.6 Determinação do índice de acidez	20
2.2.7 Determinação do valor de pH.....	20
2.2.8 Determinação do teor de ácido tiobarbitúrico (TBA).....	20
2.2.9 Determinação da cor	22
2.2.10 Determinação do número de microrganismos totais viáveis	22
2.2.11 Análise Sensorial	23
2.3 Preparação de emulsões e incorporação em salsichas frescas de peru	23
2.4 Emulsificação (fase 1).....	28
2.5 Emulsificação (fase 2).....	29
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 Caracterização da pele de frango e de peru	31
3.2 Produção de salsichas frescas com emulsões de peles de aves (ensaio laboratoriais)	33
3.3 Produção de salsichas frescas com emulsões de peles de aves (ensaio piloto).....	36
3.4 Caracterização das emulsões (fase 1).....	40
3.5 Caracterização das emulsões (fase 2).....	45
4 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS	59

Índice de figuras

Figura 1.1 - Gráfico referente ao consumo mundial dos tipos principais de carne, verificado em 2014, e a tendência prevista para o ano de 2023 (os números são representados em milhões de toneladas) (Fonte: FAO)...	4
Figura 1.2 - Representação esquemática da pele de galinha sem folículos. (A) A epiderme é constituída por quatro camadas. Os círculos vermelhos representam gotículas de lípidos. (B) Expressão e localização de dois marcadores da epiderme, involucrina (vermelho) e queratina (verde), detectadas por imunofluorescência (Couteaudier e Denesvre, 2014).....	5
Figura 2.1 - Salsichas frescas de peru cruas inteiras (a), e assadas (b).....	25
Figura 2.2 - Seringa utilizada no enchimento das salsichas.	25
Figura 2.3 - Forno utilizado no preparo das salsichas.	25
Figura 2.4 - Fluxograma produção salsichas frescas utilizando emulsão peles de peru e toucinho de porco.	27
Figura 3.1 - Avaliação sensorial das experiências laboratoriais em relação ao padrão: 100% emulsão pele cozida frango (T1); 100% emulsão pele cozida peru (T2), 75% emulsão pele cozida peru + 25% toucinho porco (T3), 50% emulsão pele cozida de peru e 50% toucinho de porco (T4). Escala variando de -3 a +3.....	35
Figura 3.2 - Avaliação da intenção de compra das salsichas. 100% emulsão pele cozida frango (T1); 100% emulsão pele cozida peru (T2), 75% emulsão pele cozida peru + 25% toucinho porco (T3), 50% emulsão pele cozida de peru e 50% toucinho de porco (T4). Escala variando de -2 a +2.....	35
Figura 3.3 - Avaliação da estabilidade oxidativa das salsichas produzidas.....	38
Figura 3.4 - Contagem total de mesófilos nos tempos zero (t0) e sete (t7) dias de armazenamento.....	38
Figura 3.5 - Avaliação da intenção de compra das salsichas nos tempos zero, cinco e sete dias de armazenamento. Escala variando de -2 a +2.....	40
Figura 3.6 - Gráfico da variação dos níveis de acidez, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	48
Figura 3.7 - Gráfico da variação dos níveis de acidez, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	48
Figura 3.8 - Gráfico da variação da humidade, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	49
Figura 3.9 - Gráfico da variação da humidade, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	49
Figura 3.10 - Gráfico da variação do índice de ácido tiobarbitúrico, em miligramas de MAD, por kilograma de amostra, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	50
Figura 3.11 - Gráfico da variação do índice de ácido tiobarbitúrico, em miligramas de MAD, por kilograma de amostra, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	50
Figura 3.12 - Gráfico da variação da contagem de microrganismos totais viáveis, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	51

Figura 3.13 - Gráfico da variação da contagem de microrganismos totais viáveis, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	51
Figura 3.14 - Gráfico da variação do parâmetro L, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	53
Figura 3.15 - Gráfico da variação do parâmetro L, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	53
Figura 3.16 - Gráfico da variação do parâmetro a^* , na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	53
Figura 3.17 - Gráfico da variação do parâmetro a^* , na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	54
Figura 3.18 - Gráfico da variação do parâmetro b^* , na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	54
Figura 3.19 - Gráfico da variação do parâmetro b^* , na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	54
Figura 3.20 - Gráfico da variação total da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.....	55
Figura 3.21 - Gráfico da variação total da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.....	55

Índice de tabelas

Tabela 1.1 - Informação nutricional de pele de frango crua e de pele de peru crua. (Fonte: USDA)	6
Tabela 1.2 - Processos de Degradação possíveis de ocorrer em Peles de Aves.	9
Tabela 2.1- Formulações das salsichas testadas no ensaio laboratorial.....	29
Tabela 2.2- Composição em gordura das amostras	24
Tabela 2.3- Formulações das salsichas testadas	26
Tabela 2.4- Formulações das emulsões padrão	26
Tabela 2.5 - Proporções de aditivos utilizados como espessantes nas emulsões da “fase 1” deste projeto (percentagem em relação a 100g de peso total)	29
Tabela 2.6 - Proporções de aditivos utilizados como espessantes nas emulsões da “fase 2” deste projeto (percentagem em relação a 100g de peso total)	30
Tabela 3.1- Comparação entre os resultados obtidos e os valores teóricos para a caracterização das peles de frango e de peru	31
Tabela 3.2 - Caracterização das salsichas após preparação (ensaio laboratorial).....	34
Tabela 3.3 - Conversão da escala sensorial em valores.....	34
Tabela 3.4 - Conversão em notas da intenção de compra.....	34
Tabela 3.5 - Valores de composição centesimal e % de perda de água após cozimento das salsichas.....	36
Tabela 3.6 - Valores de pH, acidez (g ácido oleico), L, a*, b* das salsichas ao longo do tempo.....	37
Tabela 3.7 - Avaliação sensorial da salsicha fresca de peru com emulsão de pele de frango (SPF) e de peru (SPP) nos tempos zero (T0), cinco (T5) e sete dias (T7) de armazenamento. Escala variando de -3 a +3, na comparação com a salsicha fresca de peru com toucinho de porco (STP).....	39
Tabela 3.8 - Resultados obtidos para o t=0, nas amostras congeladas e refrigeradas.	45
Tabela 3.9 - Resultados obtidos para o t=1, nas amostras mantidas em refrigeração.....	46
Tabela 3.10 - Resultados obtidos para o t=2, nas amostras mantidas em refrigeração.....	45
Tabela 3.11 - Resultados obtidos para o t=3, nas amostras congeladas e refrigeradas.....	47
Tabela 3.12- Logaritmo da contagem de unidades formadoras de colônia (UFC) para o parâmetro número de microrganismos totais viáveis presentes em diferentes concentrações de amostra, e em armazenamento em refrigeração ou congelamento, ao longo do tempo.....	47

Abreviaturas

GX – goma xantana

GG – goma guár

XG – mistura de goma xantana com goma guár

UFC – unidades formadoras de colónia

1. INTRODUÇÃO

1.1. Subprodutos

1.1.1. Sustentabilidade (Ambiental, Social e Económica)

Nos últimos anos, o conceito de desenvolvimento sustentável tem sido explorado extensivamente, tendo sido descrito pela primeira vez em 1980 quando a IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) apresentou a Estratégia de Conservação Mundial, identificando-o assim como o principal desafio da sociedade, preocupando-se em conciliar os objectivos da comunidade em desenvolvimento e as necessidades ambientais a cumprir, nunca comprometendo as gerações futuras (Lélé, 1991).

A problemática da sustentabilidade começou, no entanto, a ser discutida publicamente em conferências das Nações Unidas na década de 1970, com o estabelecimento de programas como o UNEP (*United Nations Environment Programme*). Esta conferência levou ao primeiro reconhecimento mundial desta problemática ambiental. E assim, foi também discutida a apresentação de soluções satisfatórias para os problemas ambientais *versus* a problemática de desenvolvimento, em 1972. (UNEP, 1972).

Actualmente, as políticas Europeias têm três principais objetivos "mais valor - menos impactos - melhores alternativas". Face a esta problemática, foi desenvolvido um modelo de sustentabilidade, denominado “Modelo de Sustentabilidade de Três Pilares” onde descreve o desenvolvimento sustentável como só atingível quando englobados o desenvolvimento ambiental, económico e social, numa relação de simbiose. (UNEP, 2005).

1.1.2. Valorização de subprodutos

A valorização de subprodutos de origem animal (e não só), veio de encontro às políticas de sustentabilidade propostas pela Europa e também por outros países.

A preocupação crescente com a qualidade ambiental e a gestão de recursos que cada vez se tornam mais escassos, levou a uma modificação na mentalidade e na forma como os resíduos são

tratados. Antigamente, as indústrias do sector alimentar não procuravam a valorização dos seus subprodutos, uma vez que estes não eram de valor acrescentado e não existia forma de tratamento sustentável dos mesmos. (San Martin et. al, 2015) No entanto, e com o surgimento de novas tecnologias de tratamento da carga microbiana e tóxica que possa estar presente nestes resíduos, abriu-se uma janela de oportunidade para incorporação destes resíduos em indústria, tendo-se iniciado, primeiramente o escoamento de sub-produtos para a produção de rações animais ou produção de biodiesel e biogás.

Ao longo das últimas décadas, tem-se vindo a verificar uma tendência mundial de crescimento em relação ao aproveitamento e valorização de subprodutos por parte de indústrias, em especial das indústrias que mais produzem resíduos como resultado da sua actividade, uma vez que as normas em vigor requerem o tratamento dos mesmos. Esta tendência de crescimento criou uma oportunidade às empresas especializadas no tratamento de subprodutos, com geração de valor económico e monetário a este tipo de resíduos.

Os subprodutos de origem animal em Portugal, segundo o Regulamento (CE) 1774/ 2002 de 3 de Outubro, são separados de acordo com o nível de perigo para a saúde de outros animais e do Homem: subprodutos de categoria 1 correspondem a um o risco muito elevado, do qual podem resultar doenças fatais; subprodutos de categoria 2 correspondem a um risco elevado, correspondendo à possibilidade de transmissão de doenças mas para as quais existe tratamento; e os subprodutos de categoria 3 representam o baixo risco de transmissão de doenças. Assim sendo, a sua valorização tem igualmente regras bastantes estritas que, segundo o mesmo Regulamento, estão bem caracterizadas e definidas. No caso da incorporação de resíduos de indústria alimentar na produção de rações animais, a introdução do princípio de que as matérias de risco elevado não devem ser dadas como alimento a animais de criação, e que as matérias derivadas de animais não devem ser dadas como alimento a animais da mesma espécie, tornou a segurança deste tipo de resíduos mais estrita, evitando a ocorrência de perigos para a saúde pública.

Quanto maior o risco para a saúde de outros animais e humana, menor será o seu grau de valorização, especialmente se esta envolver a incorporação noutra tipo de alimentos (como rações animais). É prezado então o controlo adequado deste risco, previsto por lei, mediante o encaminhamento de tais produtos para meios de eliminação seguros ou mediante a sua utilização para fins que não ponham em causa a saúde pública.

1.1.3 Indústria Avícola

Como recomendado por regulamentação referente a meios de produção na indústria agroalimentar, os desenvolvimentos das técnicas de transformação são efetuados com vista a maximizar o bem-estar do animal, aumentando também a qualidade do produto. (Castellini et al., 2006)

Os resíduos de gordura animal tinham no passado, uma grande aplicação como alimento para animais, nomeadamente na farinha para rações, de uma forma “não-tratada”, ou seja, sem obrigatoriedade de inspeção ou selo sanitário certificado na indústria produtora destes resíduos. A prática de utilização de gordura animal para rações começou, no entanto, a diminuir quando se começou a observar a possibilidade da transmissão de doenças para os animais, incluindo as aves, vindas deste tipo de alimentação obtida através de métodos de valorização de subprodutos. Passou então a haver obrigatoriedade de descarga ou reciclagem da maioria das gorduras animais, que não passam por inspeção veterinária (Grazziotin et al., 2007). Com o passar dos anos e nos termos do Regulamento (CE) 1774/2002, apenas as matérias de animais que passam por inspeção veterinária podem entrar na cadeia alimentar animal. Tal é verificado em casos de indústrias com inspeções veterinárias regulares por parte da DGAV (Direcção Geral de Alimentação e Veterinária), como é o caso de matadouros ou indústrias de desmanche. Além disso, este Regulamento estabelece regras para normas de processamento dos resíduos ou subprodutos, assegurando a redução dos riscos para a saúde pública e ambiental. Assim, atualmente o maior volume de percentagem de utilização que é dado a subprodutos de indústria avícola é na produção de rações animais (Jayathilakan et. al, 2012).

Na União Europeia, o padrão de produção aviária tem vindo a crescer desde o último século. Nos últimos 30 anos, verificou-se um crescimento gradual da percentagem de produção avícola, sendo que em 2015 se produziram 111 milhões de toneladas métricas de carne de galinha (Conway, 2015). O aumento verificado no consumo de carnes brancas tem diversos motivos. O consumo de carnes de aves tem vindo a aumentar desde a década de 1980, quando a encefalopatia espongiforme bovina, uma doença neurodegenerativa que afecta o gado doméstico bovino, e o fato de ser uma doença transmitida ao homem sob a forma de priões, causando uma doença semelhante, tornou o consumidor relutante em relação ao consumo de carnes vermelhas. Outros fatores preponderantes para o aumento do consumo de carnes brancas, tem sido o avolumar de doenças que têm flagelado outro tipo de animais como suínos e caprinos (Pitardi et. al, 2013) e o teor em lípidos e gorduras saturadas nas aves que é inferior ao dos outros tipos de carne (bovino e suíno). Existem ainda vantagens, que se associam à produção e consumo de aves de capoeira: 1) a composição da sua carne espelha a composição da dieta; 2) ciclos de produção rápidos; 3) excelentes índices produtivos. Tendo em conta estes factores, torna-se claro que esta carne apresenta baixos custos de produção e deste modo o seu preço final será inferior,

quando comparado com outras carnes (Ribeiro, 2013). Na atualidade, o consumidor procura este tipo de carne, também, de forma a manter uma dieta equilibrada e livre de gorduras saturadas em excesso.

Na **figura 1.1**, pode verificar-se a tendência de consumo mundial, em 2014, dos três tipos principais de carne: bovino, suíno e aves.

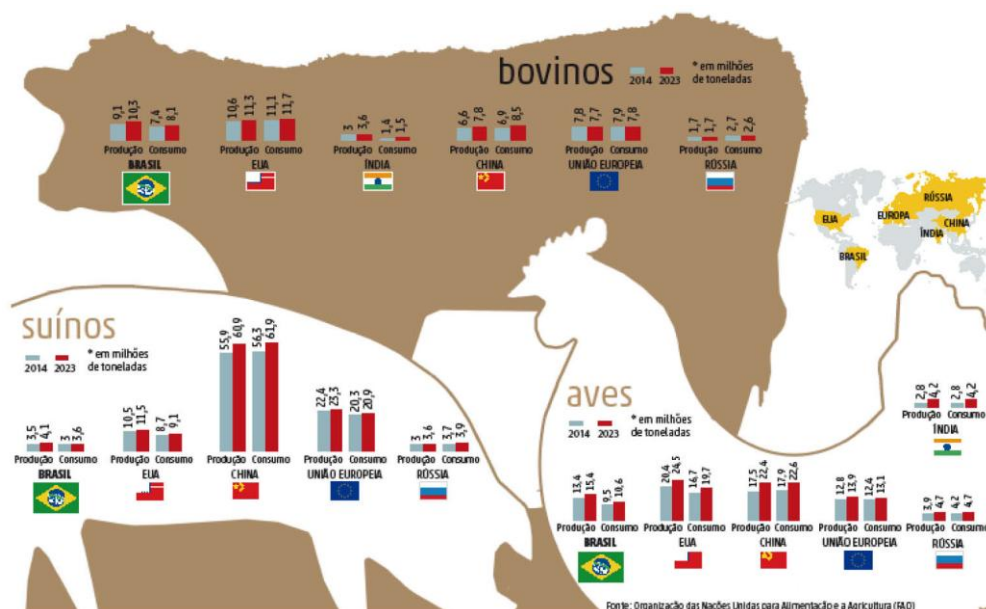


Figura 1.1 - Gráfico referente ao consumo mundial dos tipos principais de carne, verificado em 2014, e a tendência prevista para o ano de 2023 (os números são representados em milhões de toneladas) (Fonte: FAO)

No mundo e na União Europeia, verifica-se uma tendência de crescimento tanto de produção como de consumo de carnes de aves, no ano 2023 (barras a vermelho) em relação a 2014 (barras a azul).

Em Portugal, a produção e abate de aves em Portugal tem registado um crescimento sucessivo. Segundo o boletim mensal de agricultura e pescas de março de 2016, do INE, em janeiro de 2016, o volume de abate de galináceos registou um acréscimo de 15,3%, com 22 156 toneladas, face a janeiro de 2015 (INE, 2016).

Assim, devido ao aumento do consumo, houve também um aumento da quantidade de aves abatidas e consequentemente o aumento do volume de subprodutos, nomeadamente vísceras, pele e ossos. Estes subprodutos, como as peles de aves, são ricos em gordura, colagénio e proteína, e a sua valorização por incorporação em alimentos processados ou por extracção dos seus componentes (proteicos, etc) tem sido desenvolvida quer a nível académico quer industrial (Bonifer e Froning, 1996) (Nikolaev et al, 2016).

1.2 Peles de aves

1.2.1 Composição

Nos vertebrados, a pele é a primeira camada de protecção contra os factores ambientais externos. A pele tem um papel importante na regulação termal, química e dos níveis de água no corpo. A pele de aves difere da dos mamíferos na sua espessura, a presença de penas em vez de pelos e pela ausência de glândulas sebáceas (**figura 1.2**)(Couteaudier e Denesvre, 2014).

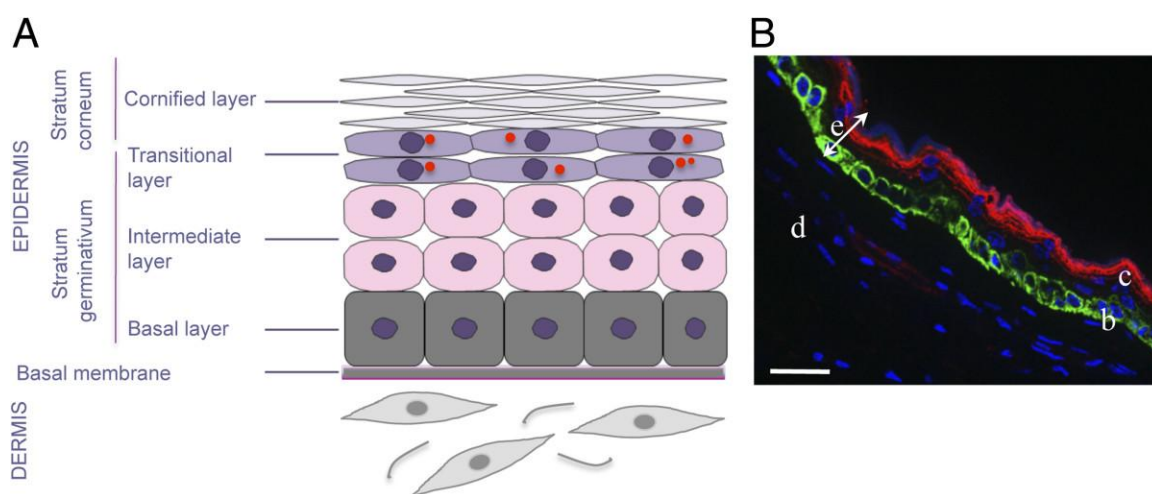


Figura 1.2 - Representação esquemática da pele de galinha sem folículos. (A) A epiderme é constituída por quatro camadas. Os círculos vermelhos representam gotículas de lípidos. **(B)** Expressão e localização de dois marcadores da epiderme, involucrina (vermelho) e queratina (verde), detectadas por imunofluorescência (Couteaudier e Denesvre, 2014).

Em termos de composição nutricional, as peles de aves, tanto de frango como de peru, são ricas em gordura e proteínas. A **Tabela 1.1** apresenta os dados da informação nutricional das peles de frango e peru retirados da USDA (*National Nutrient Database for Standard Reference from the United States Department of Agriculture*).

Tabela 1.1 - Informação nutricional de pele de frango crua e de pele de peru crua. (Fonte: USDA)

Nutrientes	Pele de Frango (por 100g)	Pele de Peru (por 100g)
Água (g)	54,22	48,38
Valor energético (Kcal)	349	407
Proteínas (g)	13,33	12,96
Lípidos Totais (g) (dos quais:)	32,35	38,93
Saturados (g)	9,08	10,43
Monoinsaturados (g)	13,54	13,91
Polinsaturados (g)	6,81	10,92
Colesterol (mg)	109	122
Cinzas (g)	0,41	0,52
Fosforo (mg)	100	120
Cálcio (mg)	11	13
Magnésio (mg)	13	11
Potássio (mg)	103	124
Sódio (mg)	63	62
Ferro (mg)	1,08	0,85
Manganês (mg)	0,019	0,012
Zinco (mg)	0,93	1,1
Cobre (mg)	0,041	0,053
Hidratos de carbono (g)	0,0	0,06
Fibra (g)	0,0	0,0

Pela análise da **Tabela 1.1**, podemos verificar que não existem diferenças significativas entre a pele de frango e a pele de peru. A pele de peru possui ligeiramente mais lípidos que a pele de frango, sendo este fator colmatado por um menor teor de água. A pele de peru também é caracterizada pela presença vestigial de hidratos de carbono, não existente na pele de frango. Outros autores indicam que a pele de frango não tratada possui 45 a 52% de humidade, 37 a 41% de lípidos e 9 a 11% de proteínas (Bonifer e Froning, 1996). O rendimento de produção de peles pode atingir os 1,4-2,0 % na produção de peito de peru, 5,7-7,2% na produção de pernas de peru e 2,9-3,1% na produção de peitos de frango.

Na composição das peles de aves, existem maioritariamente duas vias de aproveitamento de componentes específicas e altamente valorizáveis deste recurso: através do seu teor em lípidos e através do seu teor em proteína.

Em relação ao teor em lípidos, é importante referir que a sua presença nas peles é bastante significativa, cerca de 32%, das quais cerca de 20% são lípidos insaturados. Segundo Dalziel et al., (2015), foi verificado a presença de ácido palmítico (16:0) (ácido gordo saturado), ácido linoleico (18:2) (ácido gordo insaturado), ácidos ecosapentanóico e ácido docosahexaenoico (EPA e DHA, respetivamente), podendo verificar-se que são ácidos do grupo ómega 3 (poli-insaturados). Os lípidos insaturados são facilmente oxidáveis, degradando-se facilmente e rancificando os alimentos onde estão presentes. Este factor pode revelar-se um problema no que diz respeito ao desenvolvimento de produtos com base no aproveitamento da gordura das peles, uma vez que o conteúdo em gorduras insaturadas é elevado, podendo diminuir o tempo de prateleira do produto. No entanto, a presença de lípidos insaturados é importante na emulsificação, uma vez que ajuda à formação da rede de ligação óleo/gordura-água (Granger et al., 2005).

Já no teor de proteínas, é importante salientar o tipo de proteínas presente nas peles. O conteúdo proteico, tendo em conta o peso seco das peles, pode servir como um recurso para a produção de produtos de valor acrescentado, incluindo péptidos bioactivos contendo hidrolisados proteicos. As propriedades hidrofóbicas dos péptidos têm contribuído bastante para o seu carácter antioxidante, através da maior interacção com os lípidos. Segundo Onuh et al. (2014), foi observado que as amostras de pele de frango analisadas por estes investigadores mostravam conteúdos elevados de aminoácidos hidrofóbicos, elevadas quantidades de asparagina e glutamato, incluindo ácido glutâmico e aspártico. Outro fator de peso no carácter antioxidante de hidrolisados de proteínas provenientes das peles pela existência destes péptidos, é a presença de tirosina, metionina, histidina e lisina, sendo que a tirosina e a lisina podem ser reportados como dadores de hidrogénio, e a histidina como tendo poder de eliminação de radicais através de ligações quelato: aprovisionamento de lípidos e decomposição do anel imidazole (He et al., 2013).

A composição das peles de frango é fortemente influenciada pelo tipo de dieta dada às aves, da idade e consequente data de abate, a forma e espaço onde são criados. Um dos exemplos mais importantes é a influência da dieta, na composição do animal. Recentemente, têm sido adotadas medidas de alimentação de aves de capoeira que passam pelo faseamento desta alimentação, ao longo do dia (Sahraei, 2012). Para além disso, verifica-se um aumento da produtividade devido à forma de alimentação. Ao alimentar as aves com ração sob a forma de pellet, verificou-se um aumento da toma por parte das aves e do seu consequente crescimento ao longo do tempo, face à habitual ração em pó. Para além disso, há redução de desperdícios, consumo de energia, e outros fatores ambientais (Abdollahi et al., 2013). Apesar de tudo, um excesso de ração nas aves deste tipo, pode causar uma diminuição na qualidade da carcaça e aumento de deposição de gordura nos tecidos adiposos (incluindo peles) (Aliakbarpour et al., 2013). Shabani et al. em 2015, estudaram o efeito destes fatores em todo o tipo de características de órgãos, esqueleto, crescimento e mostraram que o efeito da forma da ração foi o que mais afetou o crescimento, sendo que a forma sob pellets mostrou ser a que mais

influência tem sobre a proteína total obtida, aumentando a sua produção. Em Portugal, a maioria dos aviários possui uma alimentação das aves sob a forma de ração em pó. Givens et al. (2011) avaliaram também a influência do tipo de alimentação e do local de criação das aves, em diversos órgãos ds aves, sendo que não se conseguiram verificar consonâncias na literatura, o que mantém ainda em aberto a questão se a criação de aves sob a forma de alimentação “orgânica” ou aquelas criadas em capoeira, tem influência no conteúdo em gordura ao longo da carcaça (e também no tecido adiposo) (Dalziel et al., 2015) (Ponte et al., 2008). As peles podem ainda ter diferentes contaminantes, os quais podem ser um problema à sua valorização. Consoante a sua origem, as peles podem estar contaminadas com metais pesados, pesticidas, medicamentos veterinários, e outros contaminantes ambientais, e ainda com micotoxinas. A contaminação pode vir da alimentação, da água, ar, dos medicamentos e por exposição a materiais utilizados no alojamento (PCBs em tintas, pesticidas em madeira, metais pesados e outros contaminantes no solo)

Para que as peles de aves, ricas em gordura, possam ser incorporadas nos processos produtivos, estas devem apresentar características de qualidades, tais como apresentarem uma pele clara e perfeita, de cor homogénea, entre o amarelo e branco, sem manchas escuras, de consistência elástica e frescor. Ao longo do tempo, as peles de aves vão perdendo as características desejáveis, nomeadas devido a vários processos de degradação (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 - Processos de Degradação possíveis de ocorrer em Peles de Aves.

Processo de degradação	Descrição	Referências
Degradação Química / Rancificação Oxidativa	A oxidação rancificativa corresponde à deterioração de gordura polinsaturadas quando expostas a fatores antioxidantes, como a luz e o oxigênio, originando “off-flavours”, como por exemplo o odor a ranço, proveniente de produtos secundários da oxidação. Quanto mais insaturada for a gordura ou o óleo, maior a sua suscetibilidade à oxidação rancificativa. As peles de aves, embora sejam maioritariamente constituídas por ácidos gordos saturados, apresentam também sinais significativos de rancificação.	Racan Ricci et al. (2004) Pino (2005)
Degradação microbiana	A contaminação microbiana das aves, seja devido à microbiota proveniente das aves viva, seja por incorporação no processo de abate, ocorre sobretudo ao nível da superfície externa, espaço interdigital, tegumentos cutâneos, trato digestivo e, embora em menor grau, aparelho respiratório. Algumas espécies de <i>Salmonella</i> spp. são capazes de aderir firmemente às fibras de colagénio da superfície externa da pele do frango, sobretudo na presença de água. Assim, as aves chegam ao batedouro com microrganismos firmemente aderidos ou incrustados na pele, que não podem ser removidos pela lavagem. É então nas operações de abate que ocorre a maior contaminação da carcaça, principalmente nas etapas de depenação e evisceração.	Lopes et al. (2007); Silva (1998); Monção et al. (2012)

1.2.2 Valorização das peles

Associado ao elevado consumo de carnes de aves registado nos últimos anos, verificou-se a geração de mais desperdícios provenientes desta produção, como ossos, vísceras e pele. Os subprodutos originários do desmanche e transformação de carcaças de frango, origina, na sua maioria em empresas do sector alimentar, a geração de peles como subprodutos. Estas peles, ao serem separadas do músculo, só pontualmente são canalizadas para os processos produtivos, sendo incorporadas em preparados. Como resultado da não valorização de um volume elevado de peles, estes resíduos são classificados na categoria 3 (baixo risco). Dos processos de transformação, resultam na sua maioria ossos e gorduras, que são separados segundo a espécie e o tipo de resíduo (ossos ou gorduras).

Os resíduos originários da indústria avícola são actualmente valorizados através do seu redireccionamento para empresas de produção de rações, como fertilizante ou através da sua incorporação no processo de produção de biodiesel ou biogás. Se forem eliminados sem valorização, e como apresentado no capítulo anterior, podem representar uma perda de recursos, por exemplo como fonte de proteínas, enzimas e lípidos presentes na pele das aves (Lasekan, et. al. 2013). As peles estão inseridas na categoria de gorduras de aves, uma categoria onde a valorização monetária é consideravelmente elevada. Ainda assim, o custo de tratamento continua a ser dispendioso para as empresas.

Tendo em conta o custo de tratamento dos subprodutos de aves, algumas empresas começaram a associar-se a grupos de investigação de forma a avaliar o potencial de valorização dos mesmos em produtos que possam ser de valor acrescentado para a empresa, ou até venda para empresas externas que os possam usar.

Óleos e gorduras são ingredientes muito utilizados nas rações como fonte concentrada de energia permitindo a criação de dietas de elevado conteúdo energético para aves domésticas. Normalmente as dietas para aves domésticas consiste em milho e farelo de soja, no entanto, estes não permitem alcançar os níveis energéticos recomendados. Por estas razões, para elevar os níveis energéticos metabolizáveis, são adicionados às rações subprodutos de origem animal e vegetal ricos em gorduras. A utilização de subprodutos, como as peles de aves, adicionados às rações pela indústria avícola tem como vantagens o baixo custo e o alto conteúdo energético. No entanto, o perfil de ácidos gordos nesses subprodutos favorece o desenvolvimento da rancidez oxidativa devido à grande quantidade de ácidos gordos insaturados, principalmente ácido oléico (C18:1) e linoleico (C18:2). No entanto, os efeitos negativos da adição de subprodutos oxidados na dieta de aves domésticas demonstram uma redução do crescimento das aves. Esta redução pode ser atribuída à presença de produtos da oxidação. Estes levam a valores energéticos reduzidos na dieta pelo decréscimo do valor biológico do subproduto no estado oxidado. Na decisão de qual tipo de gorduras a utilizar no enriquecimento das rações de aves domésticas é preciso avaliar o custo, a qualidade das respectivas fontes e os efeitos no desempenho e qualidade da carne de frango. A origem e composição de ácidos gordos da fonte lipídica pode alterar o perfil da carne. Por exemplo, a utilização de ácidos gordos de melhor valor nutricional produz alimentos que, além das suas características nutritivas, trazem outros benefícios aos consumidores. A composição de ácidos gordos da gordura abdominal, músculo do peito e da coxa pode ser manipulada mediante mudança da composição destes na dieta através da formulação da ração. É de referir, que a reutilização de sub-produtos de origem animal no fabrico de rações tem limitações e elevadas restrições. (Centenaro et al., 2008)

Para além da ração animal, os resíduos e a gordura da indústria avícola podem ser aproveitados para a produção de sabão. Alguns estudos da composição dos ácidos gordos da gordura de aves domésticas e a sua capacidade de saponificação foram executados a fim de obter sabão de baixo custo, fácil fabricação e útil na limpeza em geral. Outra opção viável é a da produção de

biodiesel, um combustível renovável, que pode ser obtido a partir da gordura, contribuindo para a redução de gases com efeito estufa e para a redução do consumo de combustíveis não renováveis. (Centenaro et al., 2008)

O fraccionamento a seco é actualmente utilizado no processamento de gorduras (como as que se encontram nas peles de aves) com o objectivo de eliminar a maioria dos compostos saturados ou a obtenção de fracções com propriedades reológicas especiais. A gordura das peles de frango é uma gordura semi-sólida em seu estado natural, com boas propriedades nutricionais e o seu fraccionamento a seco resulta em uma fracção sólida gordurosa, cujas características físicas se assemelham às da banha e do sebo. As gorduras são invariavelmente misturas de diferentes triglicéridos e cada um destes apresentam o seu próprio ponto de fusão. Portanto, as gorduras não apresentam um ponto de fusão específico, mas uma faixa de fusão. O processo de fraccionamento a seco da gordura envolve a homogeneização e a cristalização selectiva dos triglicéridos de elevado ponto de fusão. Nesta fase, a temperatura, tempo e agitação têm importância fundamental sobre a natureza e formação de cristais. Em seguida, a filtração conduz à separação de uma fracção sólida (estearina), com um conteúdo elevado de ácidos gordos saturados, e uma fracção líquida (oleína), com um elevado teor de ácidos gordos insaturados. Na homogeneização a gordura é aquecida a uma temperatura superior à sua gama de fusão seguida de um arrefecimento lento. Na cristalização as moléculas de triglicéridos aproximam-se umas das outras subsequentemente até que os cristais estabilizem. A última etapa consiste na separação dos cristais por filtração ou centrifugação. (Centenaro et al., 2008)

Pode também ser extraído da pele colagénio. Este colagénio tem diferentes funções tecnológicas em produtos cárneos: a) Agente ligante de água em produtos cárneos moídos com baixo teor de gordura; b) Melhorar o rendimento, a textura e palatabilidade dos produtos cárneos; c) Estabilização de emulsões (15-18%, acima prejudica a estabilidade da massa); d) Propriedades favoráveis às características físico-químicas e sensoriais; e) Melhoramento das propriedades de textura em hambúrgueres, linguças, salsichas, mortadelas. O colagénio pode ser extraído por lavagem e cozimento das peles seguido de fraccionamento. Estão também descritos processos que identificam a produção de gelatina a partir de peles de aves.

Tal como indicado no trabalho de Onuh et al. (2014), a extracção de componentes da pele pode contribuir para a produção de hidrolisados proteicos a partir da pele de aves, destinados à produção de rações animais. Vários autores mostraram que lavar a pele de galinha com soluções de baixa força iónica (0.1M NaCl e 0.5% (m/m) NaHCO₃) aumenta a concentração de proteínas no meio (Bonifer e Froning, 1996). Os autores referem que a lavagem com estas soluções e a separação em fases dos componentes nestas condições, foi eficaz na remoção de proteínas solúveis da pele de frango, facto que, associado com o aumento da concentração de sal, pode levar ao aumento da capacidade de ligação, gelificação e e propriedades emulsificantes da pele, tornando este sub-produto passível de ser utilizado como ingrediente emulsificante em produtos alimentares, como na produção de surimi. A remoção pela lavagem de uma grande quantidade de proteínas solúveis em água pode

levar à produção de surimi, visto que estas proteínas interferem no processo de geletinização do produto “surimi”, não afetando no entanto propriedades texturais de uma matriz de carne (como salsichas, por exemplo) onde pode ser usado como ingrediente. O surimi é o ingrediente primário utilizado em produtos como as “delícias do mar”, sendo maioritariamente composto por proteínas miofibrilares (Jin et al., 2009). Jin et al. (2009), conduziram experiências na produção de surimi a partir de peito de frango, uma vez que o consumo de frango se tinha tornado pouco comum na Coreia. Com este estudo, os investigadores conseguiram mostrar que a utilização de frango na produção de surimi, em comparação com o controlo, foi importante na obtenção de surimi com propriedades em termos de consistência, melhores do que no controlo, apesar da elasticidade se verificar inferior. Ainda assim, os resultados foram muito díspares em relação a outros valores mas corroboram, por exemplo, a presença elevada de lípidos insolúveis. (Dalziel et al., 2015) Ainda assim, a extracção de proteínas da pele de aves pode levar à produção de surimi com elevado valor acrescentado em termos de utilização como ingrediente, visto não sofrer grandes alterações em termos de textura, em comparação com o teste controlo, efetuado por Jin et al., 2009. Estudos posteriores mostram que a produção de surimi pode ser efetivamente viável, corroborando os resultados acima descritos, viabilizando a possibilidade de substituição da quantidade de peixe utilizada em surimi, por produtos de aves, podendo assim originar um produto novo e inovador no mercado (Hur et al., 2011).

A utilização das peles na obtenção de emulsões que possam ser incorporadas em diversos produtos é então, também, uma via de viabilização e de valorização deste sub-produto.

As emulsões são sistemas dispersos constituídos por duas ou mais fases de líquidos imiscíveis, existindo uma fase dispersa e uma fase contínua, sendo que o contacto entre essas duas fases é instável, levando à produção de emulsões. A natureza destas emulsões pode ser variada, das quais se destacam sistemas de interacção óleo-água, podendo ser formadas de forma natural ou mais frequentemente através de métodos mecânicos de agitação (Jiang e Xiong, 2015) (Tadros, 2004).

No entanto, a estabilização de emulsões também pode ser conseguida através da utilização de emulsificantes, que ajudam na ultrapassagem da energia de activação do sistema, necessária para a estabilização entre fases imiscíveis (Niu et. al, 2016). A utilização destes agentes leva à formação de interfaces compactas, estabilizando a emulsão e aumentando a viscosidade da fase contínua e consequente prevenção da formação de agregados, micelas, floculação ou coalescência de partículas da fase dispersa (geralmente em menor quantidade) (Tcholakova et. al, 2006). A destabilização de emulsões pode ser provocada pela destruição do agente emulsificante ou por processos de aquecimento ou refrigeração.

A indústria alimentar tem revelado um grande interesse na produção de emulsões óleo-em-água (o/w) para a incorporação em alimentos como substituintes de gorduras em molhos, por exemplo, estabilizadas devido à utilização de proteínas. A utilização de proteínas facilita a quebra das gotas de óleo e previne a sua coalescência na emulsificação, aumentando as forças de repulsão entre gotas.

Tradicionalmente, a clara de ovo era utilizada como emulsificante numa grande variedade de molhos, no entanto, muitas alternativas têm sido estudadas para a sua substituição (Felix et al., 2016).

A utilização de peles de aves é não só uma vantagem no reaproveitamento de subprodutos, como também na estabilização destas emulsões para incorporação, uma vez que têm um elevado teor proteico além de um elevado teor em gordura.

Na produção de emulsões a partir de peles de aves, têm sido testadas diferentes formulações que envolvem a mistura de diferentes ingredientes, entre os quais, por exemplo, caseinatos e proteína de leite. Os objectivos das formulações são sempre a produção de um novo produto que possa ser incorporado em outros produtos como substituto de gordura (por exemplo de porco).

1.3 Objectivo do trabalho

No decurso da necessidade de sustentabilidade verificada por indústrias de desmanche por todo o mundo, começou a existir uma procura maior da valorização destes subprodutos por incorporação dos mesmos (em condições higiosanitárias adequadas) na produção de produtos alimentares. Esta incorporação resulta na inovação de novos produtos e/ou o desenvolvimento de outros já existentes.

Na generalidade, devido à preocupação por parte da população em relação aos seus hábitos alimentares, a indústria avícola tem tido uma grande procura em termos de produto: não só produtos já existentes como fonte de proteína e menor quantidade de gorduras saturadas, mas também pela procura por novos alimentos processados à base de carne de aves. Assim, a indústria de produção e transformação de carne de aves tem procurado desenvolver mais produtos inovadores para corresponder às necessidades dos consumidores.

Uma vez que as peles de aves são um sub-produto que é produzido em larga quantidade pela indústria avícola e sabendo que estas são ricas em gordura, o principal objectivo deste trabalho consistiu em desenvolver um processo que permita viabilizar a utilização das peles como substituto de gordura de suíno, através da preparação de emulsões e a sua incorporação em produtos de charcutaria, enchidos e preparados de aves (salsichas). A substituição de gordura de suíno usada em salsichas de aves traz uma mais-valia para as empresas, podendo ser assim comercializado o produto como “salsicha 100% de aves”. Pretende-se produzir um produto equivalente ao que atualmente é comercializado (salsichas de aves com gordura de suíno), com características semelhantes e com propriedades físicas que se assemelhassem ao atual. Por outro lado, o desenvolvimento de um produto 100% à base de aves pode permitir a comercialização e distribuição em mercados onde é exigida a ausência de carne de porco ou derivados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As matérias-primas utilizadas na realização dos testes descritos em baixo foram fornecidas por uma empresa do setor alimentar, nomeadamente a pele de frango. A pele de frango foi armazenada e transportada sob refrigeração (4°C) para o Departamento de Ciências e Tecnologia da Biomassa da FCT-UNL, onde foi congelada a -20°C, até ser analisada e processada.

As emulsões realizadas com as peles foram desenvolvidas tendo como base uma receita já existente disponibilizada por uma empresa do setor alimentar, ao qual se fizeram variar alguns parâmetros em relação à receita original, como: diminuição da quantidade de água utilizada, aumento da temperatura da água adicionada, a quantidade de aditivos utilizados (sendo que, para o efeito do presente estudo, a quantidade utilizada de aditivos foi reduzida ou nula de forma a estudar a possibilidade da estabilidade das emulsões e também o seu tempo de prateleira, nestas condições). Foi ainda especialmente testado o efeito da adição de diferentes agentes espessantes (gomas) às emulsões, de forma a tornar a “massa” obtida, em algo similar a um toucinho de aves.

Todas as experiências foram realizadas em duplicado e segundo as mesmas condições de tempo de picagem, potência de picagem e material utilizado.

O estudo foi realizado com o objectivo de obter um produto de valor acrescentado, passível de funcionar como substituinte de matéria-prima em incorporação em outros alimentos como por exemplo, substituinte de gordura de suíno na incorporação em salsichas frescas. Num primeiro estudo, foi avaliada a viabilidade da valorização das peles de aves na produção de emulsões estáveis, para que possam ser incorporadas em salsichas frescas como substituto de gordura de suíno. Testaram-se diferentes formulações em bancada e depois em piloto as formulações que apresentaram melhores resultados. Numa segunda fase do projeto, tentou-se produzir um toucinho de pele de aves, uma placa de gordura sólida, que pudesse depois ser incorporada em outros produtos como substituto de gordura de porco.

2.2 Caracterização físico-química das peles de frango, das emulsões e das salsichas frescas

2.2.2 Determinação do teor de humidade

A determinação do teor de água nas amostras de pele foi realizada seguindo diretrizes da AOAC (1990).

Secaram-se pesa-filtros na estufa WTB binder type E28, a $105 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 1 hora. Deixou-se arrefecer durante meia hora no exsicador até atingirem a temperatura ambiente. Pesaram-se na balança analítica METTLER TOLEDO AB204, com uma precisão de 0,1 mg ($\pm 1\text{mg}$) e anotou-se o peso para efeitos de cálculo. Nos pesa-filtros, pesaram-se então 1g de amostra de peles na mesma balança analítica. O peso anotado corresponde ao peso do pesa-filtro, com tampa + amostra. O conjunto foi levado à estufa novamente a $105 \pm 5^\circ\text{C}$, no mínimo durante 8 horas, ou até à manhã do dia seguinte. Quando retiradas da estufa, as amostras foram colocadas no exsicador até atingirem a temperatura ambiente para evitar oscilações de peso, e o peso final (pesa-filtros + amostra seca) foi medido na balança analítica referida anteriormente. As medições foram realizadas em duplicado para cada uma das amostras analisadas.

O teor de água contido na amostra, expresso em percentagem, é dado através da fórmula:

$$W = \frac{p_2 - p_3}{p_2 - p_1} \times 100\% \quad \text{equação 2.1}$$

onde p_1 representa a massa do pesa-filtros com a respetiva tampa; p_2 representa a massa p_1 mais a massa da amostra, antes da secagem; p_3 representa a massa p_1 mais a massa da amostra, depois da secagem.

2.2.2 Determinação da perda de água nas salsichas

Para verificar se há diferença nas quantidades de água perdidas durante o período de confecção das salsichas, foi feita pesagem das amostras antes e após serem assadas (220°C / aproximadamente 40 min), e determinou-se a percentagem (m/m) de água perdida de acordo com a equação 2.2 (Tobin et al., 2012). As análises foram realizadas com três repetições e os resultados expressos como a média mais ou menos o desvio padrão.

$$\text{Perda água pelo cozimento (\%)} = ((M1 - M2) / M1) \times 100 \quad \text{equação 2.2}$$

Onde: M1 – massa antes do cozimento; M2 – massa após cozimento (g).

2.2.3 Determinação do teor em cinzas

A determinação do teor de cinzas nas amostras de pele foi realizada de acordo com a AOAC (1990).

Para a determinação do teor de cinzas, colocaram-se cadinhos numa mufla Heraeus Electronic a $550 \pm 25^\circ\text{C}$ durante 1 hora. Deixou-se arrefecer durante 1 hora no exsicador, até atingirem a temperatura ambiente. Pesaram-se os cadinhos na balança analítica METTLER TOLEDO AB204, com uma precisão de 0,1 mg ($\pm 1\text{mg}$) e anotou-se o peso para efeitos de cálculo. Pesaram-se então cerca de 1 a 1,5g de amostra na mesma balança analítica. O peso anotado corresponde ao peso do cadinho + amostra. O conjunto foi levado à mufla novamente para realização do processo gradual de incineração a $550 \pm 25^\circ\text{C}$, no mínimo durante 5 a 6 horas e até as cinzas atingirem uma cor branca ou branca-acizentada. Quando retiradas da mufla, as amostras foram colocadas no exsicador até atingirem a temperatura ambiente para evitar oscilações de peso, e o peso final (cadinho + cinzas) foi medido na balança analítica mencionada anteriormente. As medições foram realizadas em duplicado para cada uma das amostras analisadas.

O teor de cinza total da amostra, expresso em percentagem em massa, é dado através da equação:

$$\frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad \text{equação 2.3}$$

onde, m_0 representa a massa do cadinho vazio, expressa em gramas; m_1 representa a massa do cadinho + amostra, expressa em gramas; e m_2 representa a massa do cadinho + cinza, expressa em gramas.

Através do teor de cinzas de um alimento, é possível obter o resíduo inorgânico que permanece após a incineração da matéria orgânica, transformada em dióxido de carbono, água e óxido de azoto. (Cecchi, 2001)

O teor da cinza é indicador da quantidade de minerais presentes no alimento (entre os quais Fe, Ni, Zn, Cu, Mn, K, Na, Mg e Ca), e o seu contributo para o valor nutricional.

2.2.4 Determinação do teor de gordura total

A determinação do teor de gordura total nas amostras de pele foi realizada usando um método de extração por Soxhlet, e segundo a norma AOAC 933.05/33.7.17, utilizando uma hidrólise ácida prévia.

Para a determinação do teor em gordura total, secou-se durante 1 hora na estufa o balão onde no fim do método, se recolheu a fase orgânica contendo a gordura. Deixou-se arrefecer o balão em exsiccador e pesou-se, anotando o peso para efeitos de cálculo. De seguida, pesou-se 3 a 5g de amostra, anotando o peso e erro, e introduziu-se num erlenmeyer. À amostra, adicionou-se 50mL de HCl, cobrindo-se com um vidro de relógio, levantando fervura ao erlenmeyer, na hotte, mantendo durante 1h em ebulição, agitando de vez em quando. Por fim, deixou-se arrefecer e adicionaram-se 150mL de água. Depois, filtrou-se o conteúdo do erlenmeyer com um papel de filtro previamente humedecido com água, e lavaram-se o erlenmeyer e vidro de relógio várias vezes com água. Colocou-se então o papel de filtro numa placa de Petri e secou-se durante 1h na estufa a $101 \pm 1^\circ\text{C}$. Enrolou-se o papel de filtro e o seu conteúdo e introduziu-se num cartucho próprio para Soxhlet, retirando os vestígios de gordura da placa de Petri com um algodão embebido em hexano (o solvente orgânico de extração), colocando-se igualmente dentro do cartuxo. Os cartuxos foram colocados em Soxhlets, e as montagens foram feitas segundo a norma, sendo que as amostras ficaram em refluxo e completamente imersos no solvente utilizado (hexano), durante um mínimo de 8 horas.

Para a determinação do teor em gordura total segundo a norma AOAC 933.05/33.7.17, com hidrólise ácida, procedeu-se à pesagem de 1g de amostra para erlenmeyer de 50mL. À amostra, foram adicionados 1mL de NH_4OH e 9mL de água, os quais foram colocados num banho-maria durante 15 minutos. De seguida, foi adicionado à mistura 5mL de HCl 37%, e colocados novamente o erlenmeyer em banho-maria, durante 10 minutos, até completa hidrólise. A mistura foi então transferida para uma ampola de decantação, ao qual foram adicionadas quantidades variáveis de hexano, para extração dos lípidos. Deixou-se secar o solvente e pesou-se o balão com a quantidade de lípidos extraída.

A quantidade de lípidos, em %, obtidos é calculada através da equação:

$$\frac{(M_1 - M_2)}{m} \times 100 \quad \text{equação 2.4}$$

onde, A é o balão que contém as extrações, sendo que m_1 representa a massa, em gramas, do balão A e da massa de lípidos extraída, após secagem total do solvente; m_2 representa a massa, em gramas, do balão A, após secagem em estufa (tara); m a massa de amostra inicial.

2.2.5 Determinação do teor de proteína total (teor de azoto total)

A proteína foi determinada utilizando o método de Kjeldahl (Fernando, 2005; Fernando, 2015), utilizou-se o teor médio de azoto presente no colagénio de peles bovinas para se calcular o fator de conversão de azoto em proteína (5,35), descrito por Gomes e Oliveira (2011). Para a determinação do teor em proteína total, pesaram-se rigorosamente numa balança analítica METTLER TOLEDO AB204, com uma precisão de 0,1 mg (± 1 mg) cerca de 0,5 g de amostra para um tubo de digestão. Posteriormente, adicionaram-se 10mL de H_2SO_4 (95-97% pureza, Sigma-Aldrich), uma porção de mistura catalisadora, contendo selénio e sulfato de potássio (2g Se em 200g K_2SO_4 , Riedel-de-Haën 99% pureza, Panreac 99,0% pureza, respectivamente) e esferas de vidro reguladoras de ebulição. Levou-se a aquecer num digestor (Tecator 2006) a $360^\circ C$, até a amostra ficar transparente (cerca de 10 horas).

Ao fim da digestão, transferiu-se o líquido para um balão de 100mL contendo cerca de 50mL de água. Depois, foi aferido o balão com água Milli-Q (ultra-pura). A amostra foi então filtrada para um frasco de polipropileno e guardada.

De forma a medir o valor de azoto total pelo método de Kjeldhal, colocaram-se então 20mL da amostra digerida e 80 mL de água destilada num tubo de reacção, ao qual se adicionaram 3 gotas de fenoftaleína (solução a 1%, Panreac). Seguidamente, procedeu-se à alcalinização do meio, com uma solução 6M de NaOH, até a mistura adquirir uma cor rosa. Num erlenmeyer de 250 mL, colocou-se 50 mL de uma solução 20g/L de ácido bórico e 0,5 mL de uma solução indicadora de ácido bórico, contendo 0,2g de vermelho de metilo em 100 mL de uma solução alcoólica 95% e 0,1g de azul de metileno em 50mL de uma solução alcoólica 95%).

De seguida, efectuou-se uma destilação por arrastamento de vapor num destilador (Kjeltec System 1002 Distilling Unit Tecator), sendo recolhido o destilado na solução de ácido bórico. Após a destilação, efectuou-se uma titulação da solução com Ácido Clorídrico (0,002204359N).

A quantidade de azoto total disponível na amostra é dada em percentagem pela equação 2.4:

$$\% \text{ azoto} = \frac{V_1 \times N \times b_1}{V_2 \times m_1} \times 1,4 \quad \text{equação 2.5}$$

onde, V_1 corresponde ao volume de HCl gasto na titulação (mL), V_2 corresponde ao volume de amostra digerida utilizada na destilação (20 mL), b_1 corresponde ao volume do balão volumétrico onde ficou reservado o digerido (100mL), N corresponde à normalidade do titulante (0,02N) e m_1 corresponde à massa de amostra seca utilizada na digestão (em gramas).

2.2.6 Determinação do teor de acidez (AOAC, 1990)

Neste método, a 5 g de amostra de amostra, pesadas na balança digital METTLER TOLEDO AB204, $d = 0,1 \text{ mg } (\pm 1\text{mg})$, adicionaram-se 50 mL de água destilada a 40°C e agitaram-se vigorosamente as soluções até completa homogeneização. Titularam-se 2,5g de amostra, com solução aquosa NaOH 0,1N, em presença de fenolftaleína, até obter um tom rosa pálido. Foram anotados os valores de volume gasto de NaOH, determinando o índice de acidez através da percentagem mássica de ácido oleico contida nas amostras, e extrapolando para a percentagem de ácidos gordos livres através da equação 2.5:

$$\% \text{ ácidos gordos livres (m/m)} = \left(\frac{V_1 \cdot N}{p_1} \right) \times 28,2 \quad \text{equação 2.6}$$

onde, V_1 representa o volume de titulante (NaOH) gasto na neutralização dos ácidos gordos (mL); N representa a normalidade do NaOH utilizado na titulação (N); p_1 representa a massa de amostra utilizada na titulação (g).

2.2.7 Determinação do valor de pH

A medição de pH foi realizada por método potenciométrico. Pesaram-se 5 g (balança digital METTLER TOLEDO AB204, $d = 0,1 \text{ mg } (\pm 1\text{mg})$) de amostra, adicionaram-se 50 mL de água destilada a 40°C e agitaram-se vigorosamente as soluções, durante 15 min, pelo que de seguida se procedeu à leitura do pH com o medidor CRISON micro pH2001.

2.2.8 Determinação do teor de ácido tiobarbitúrico (TBA)

A determinação do índice de ácido tiobarbitúrico foi realizada segundo a norma NP 3356 (1990), calculando a quantidade de aldeído malónico, expressa em miligramas, por 1000 gramas da amostra.

Pesaram-se cerca de 15 g de amostra dos quais se anotaram os pesos, para copos de polipropileno. A extracção foi realizada com 30 mL de uma solução de ácido tricloroacético a 7,5% (m/V), contendo 0,1% EDTA tritriplex II e 0,1% de uma solução alcoólica de galato de propilo a 5% (m/V), onde foram colocadas as amostras durante 30 min em agitação.

De seguida, as amostras foram filtradas para frascos de 100mL de polipropileno, permitindo assim guardar os extractos. Tomaram-se 5 mL de cada extracto para tubos de ensaio, perfazendo com 5 mL da solução extractante utilizada anteriormente. Ao conjunto adicionou-se 5 mL de uma solução 0,02 M de TBA (ácido tiobarbitúrico).

Neste ensaio, foi necessário traçar uma curva-padrão utilizando duas soluções de TEP (1,1,3,3 – tetraetoxipropano), ao qual se adicionou solução extractante para atingir uma concentração de 10^{-5} M de TEP. A partir dessa solução foi feita outra com a concentração 10^{-8} M, aferindo com solução extractante.

Assim, o traçado da curva-padrão foi realizado a partir de tomas de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 mL da solução de TEP 10^{-8} M, aos quais é conhecido corresponder respectivamente 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 e 0,05 micromoles de aldeído malónico. Estas tomas são colocadas em tubos de ensaio, com os quais se perfazem com 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,0 mL de solução extractante, respectivamente e aos quais se adicionam a solução de TBA.

Os tubos foram então colocados em banho-maria a 95°C, durante 40 min, sendo depois deixados os tubos a arrefecer no escuro até atingirem a temperatura ambiente.

O conteúdo de cada tubo foi transferido para células de espectrofotómetro, e medidos os valores de absorvância a um comprimento de onda de 530 nm. Os ensaios foram realizados em triplicado para cada uma das amostras e o branco utilizado foi a solução extractante contendo tricloroacético, enunciada anteriormente.

Para efeitos de cálculo, utilizou-se a seguinte fórmula, enunciada na NP 3356 (1990):

$$\text{Índice de TBA} = \frac{72 \times c}{m \times V} \times (30 + mH/100) \quad \text{equação 2.7}$$

onde, c representa a concentração de aldeído malónico, expressa em micromoles; V representa o volume em mililitros das amostras (neste caso, 5 mL); H representa o teor de humidade da amostra,

em percentagem; m representa a massa, em gramas, utilizada (neste caso, 15g). O resultado é expresso em miligramas de aldeído malónico em 1 kg de amostra.

2.2.9 Determinação da cor

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro CR-410® (Konika Minolta). As medições foram efectuadas para cada uma das emulsões, após calibração. A determinação das coordenadas L^* , a^* e b^* foi efetuada de acordo com o sistema definido pela “*Commission Internationale de L’éclairage – CIE 1976 L*a*b* Uniform Colour Space*” usando, para calibração, o branco padrão dado pelo aparelho ($L^* = 97,10$; $a^* = -4,88$; $b^* = 7,04$), em que L^* representa a luminosidade da cor que varia entre zero (negro) a 100 (branco); a^* corresponde à variação entre verde a vermelho (-60 é verde e +60 é vermelho) e b^* corresponde à tonalidade situada entre azul e amarelo (-60 é azul e +60 é amarelo). É através destes parâmetros que é possível calcular o valor total da mudança de cor (ΔE), que é dada pela equação 2.7.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2} \quad \text{equação 2.7}$$

2.2.10 Determinação do número de microrganismos totais viáveis

A legislação para o estabelecimento de critérios de aceitação em termos de manutenção da segurança alimentar, com o objectivo de contribuir para a preservação da saúde pública, foi um dos importantes marcos especialmente na verificação de condições de segurança microbiológica nos alimentos em termos de microrganismos patogénicos. A produção de géneros alimentícios baseia-se numa primeira fase, na inspeção visual do produto. No entanto, esta análise consegue apenas detetar quantidades de contaminação bastante elevadas, como mudanças de cor ou outros contaminantes físicos que possam deteriorar o alimento. Esta análise pode muitas vezes dar uma indicação útil da qualidade microbiológica, mas carece de fundamentação. Assim, é apenas por realização de testes objetivos que se consegue o cumprimento de critérios de qualidade especificados em normas.

A realização de testes microbiológicos é muito importante na indústria aviária. Sendo que a maioria dos produtos que saem para o mercado vindo deste tipo de indústria são não-processados, é necessário um maior controlo e cumprimento de legislação de segurança alimentar de forma a garantir a conformidade do produto. A execução de testes microbiológicos permite validar se as etapas dos vários processos foram cumpridas de acordo com o HACCP, incluindo bom manuseamento do produto por parte de operadores. (Food Standards Agency, 2015)

A análise microbiológica foi feita de acordo com a NP 1829. Para tal, foram feitas suspensões de 10^{-1} de cada uma das emulsões a testar nos diferentes tempos estipulados. Foram esterilizados todo o material necessário ao trabalho. A suspensão inicial foi feita com 1 grama de emulsão + 9 mL de solução triptona-sal, de acordo com a ISO 6887-1 (1999). Foram então feitas diluições sucessivas em vários padrões, sendo que a diluição maior foi de 10^{-8} . As diluições foram plaqueadas com a inoculação de 1 ml da suspensão-mãe e das respectivas diluições decimais, por incorporação, em meio de cultura PCA (“Plate Count Agar”, Becton, Dickinson and Company) e incubação a 30°C durante 72h. A contagem de microrganismos foi realizada segundo a ISO 8199 (2005).

2.2.11 Análise Sensorial

De modo a verificar a aceitação do produto desenvolvido, foram realizados testes de preferência nos tempos zero, cinco e sete dias de armazenamento. Desta forma, as salsichas foram cozidas em forno elétrico (220 °C por aproximadamente 40 minutos), codificadas, servidas aos provadores e solicitou-se que avaliassem as amostras em termos de cor, aroma, homogeneidade, dureza, humidade e sabor, numa escala de 1 a 7, onde a nota 4 (metade da escala) representa o padrão (STP), notas superiores significam maior intensidade do atributo avaliado, e notas inferiores menor intensidade. Quando o provador indicou diferença entre o padrão e as amostras com emulsão de pele, foi também solicitado que indicassem na folha de prova se a amostra com emulsão de pele é melhor ou pior que o padrão. A escala hedónica de 7 pontos foi convertida para notas positivas em caso da amostra ser melhor que o padrão, e negativas caso pior (-3 a +3), sendo nota 0 para nota igual ao padrão.

2.3 Preparação de emulsões e incorporação em salsichas frescas de peru

Foram preparadas emulsões a partir de peles de peru (EPP) e de frango (EPF) cozidas em água e com adição de condimentos. Utilizando estas emulsões prepararam-se salsichas frescas de peru com emulsão de peles de frango (SPF), e salsichas frescas de peru com emulsão de peles de peru (SPP). Utilizou-se como padrão salsichas frescas de peru que utilizam toucinho de porco como fonte de gordura (STP). Na preparação das salsichas utilizou-se água, pão ralado e condimentos, utilizando-se tripa natural no enchimento.

O desenvolvimento das salsichas com substituição de gordura suína por emulsão de peles de aves foi realizado tanto em escala industrial quanto laboratorial. Inicialmente foram experimentados diferentes combinações de emulsão a nível laboratorial, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, de modo a verificar a formulação mais adequada do ponto de vista tecnológico e que resultasse em produto de maior aceitação sensorial para ser utilizada nos ensaios em

escala industrial na unidade fabril. Na tabela 2.1 e 2.2 apresentam-se as formulações testadas à escala laboratorial.

Tabela 2.1 – Formulações das salsichas testadas no ensaio laboratorial

Ingredientes	Padrão	T1	T2	T3	T4
Carne peru desossada (g)	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200
Toucinho de porco (g)	30-40	-	-	5-7.5	10-15
Emulsão pele cozida Frango (g)	-	20-30	-		
Emulsão pele cozida Peru (g)	-	-	20-30	15-22.5	10-15
Água (mL)	60-70	40-50	40-50	40-50	40-50
Condimentos (g)	15-20	10-15	10-15	10-15	10-15
Tripa “X”					

Tabela 2.2. Composição em gordura das amostras

Amostra	Gordura utilizada
Padrão	100% toucinho de porco
Teste 1 (T1)	100% emulsão pele frango cozida
Teste 2 (T2)	100% emulsão pele peru cozida
Teste 3 (T3)	75% emulsão pele peru cozida + 25% toucinho de porco
Teste 4 (T4)	50% emulsão pele peru cozida + 50% toucinho de porco

As emulsões foram preparadas seguindo-se as formulações utilizadas com sucesso em escala industrial substituindo-se o tempo de 24 horas de repouso em salmoura pelo cozimento das peles em água (100°C por aproximadamente 15 minutos). Após a obtenção das emulsões, as mesmas foram resfriadas para aumentar sua resistência e conferir textura semelhante ao toucinho de porco utilizado no produto padrão.

As carnes desossadas de peru usadas foram adquiridas em talho local, nos dias de realização dos experimentos, tendo sido picadas na máquina do estabelecimento com o objetivo de simular ao máximo o processo realizado em escala industrial.

A mistura de todos os ingredientes foi realizada de forma manual até que a massa se tornasse homogênea, com textura “pegajosa”. Posteriormente, as tripas foram enchidas de forma manual com auxílio de uma seringa de cozinha. Imediatamente após o enchimento as salsichas foram acondicionadas em frigoríficos (4 °C) até o momento dos testes sensoriais e análises laboratoriais (Figuras 2.1 e 2.2).

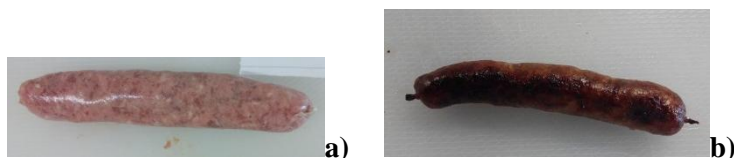


Figura 2.1. Salsichas frescas de peru cruas inteiras (a), e assadas (b).



Figura 2.2. Seringa utilizada no enchimento das salsichas

Para realização da análise sensorial, as salsichas foram assadas em forno elétrico com controlo de temperatura, ajustado para 220 °C durante aproximadamente 40 minutos. As salsichas foram viradas periodicamente para que as amostras fossem assadas de forma homogênea (Figura 2.3).



Figura 2.3. Forno utilizado no preparo das salsichas

Dentre as formulações avaliadas, optou-se por utilizar no teste industrial as emulsões designadas como padrão com peles cozidas de frango e peru, que foram incorporadas substituindo 100% da gordura suína usada tradicionalmente (Tabela 2.3). Desta forma, foram realizadas duas experiências, nomeadamente: salsichas frescas de peru com emulsão de peles de frango (SPF), e salsichas frescas de peru com emulsão de peles de peru (SPP). As experiências foram avaliadas do

ponto de vista microbiológico, físico-químico e sensorial, tendo tido como tratamento controlo (padrão) salsichas frescas de peru (STP) que utilizam toucinho de porco como fonte de gordura.

Tabela 2.3 - Formulações das salsichas testadas

Ingredientes	Quantidades		
	STP	SPF	SPP
Carne peru desossada (kg)	10-15	10-15	10-15
Toucinho de porco (kg)	2-3	-	-
Emulsão pele cozida Frango (kg)	-	2-3	-
Emulsão pele cozida Peru (kg)	-	-	2-3
Água (L)	3-5	3-5	3-5
Condimentos (kg)	0,5-1	0,5-1	0,5-1
Tripa “X”			

As emulsões padrão foram desenvolvidas seguindo as formulações (Tabela 2.4) utilizadas com sucesso em escala industrial, que já são componentes de alguns dos produtos comercializados, nomeadamente nas salsichas Frankfurt (emulsão de pele de peru cozida) e Galantine (emulsão de pele de frango cruas). Na emulsão de pele de frango foram feitas modificações no processo: substitui-se o período de 24 horas em que as peles ficam em salmoura pela cozedura das mesmas a 100°C por aproximadamente 15 minutos; e eliminou-se o gelo da formulação. Tais modificações foram realizadas devido aos resultados superiores nos testes sensoriais das salsichas produzidas com tal emulsão frente àquelas utilizando peles cruas e gelo (formulação da unidade fabril).

Tabela 2.4 - Formulações das emulsões padrão

Emulsão Pele Frango		Emulsão Pele Peru	
Ingredientes	Quantidades	Ingredientes	Quantidades
Peles Frango (kg)	8,0-10,0	Peles Peru (kg)	8,0-10,0
Água (L)	8,0-10,0	Água (L)	8,0-10,0
Condimentos (kg)	0,5-1,0	Condimentos (kg)	0,5-1,0

Resumidamente, as salsichas foram produzidas seguindo-se as seguintes etapas (Figura 2.4):

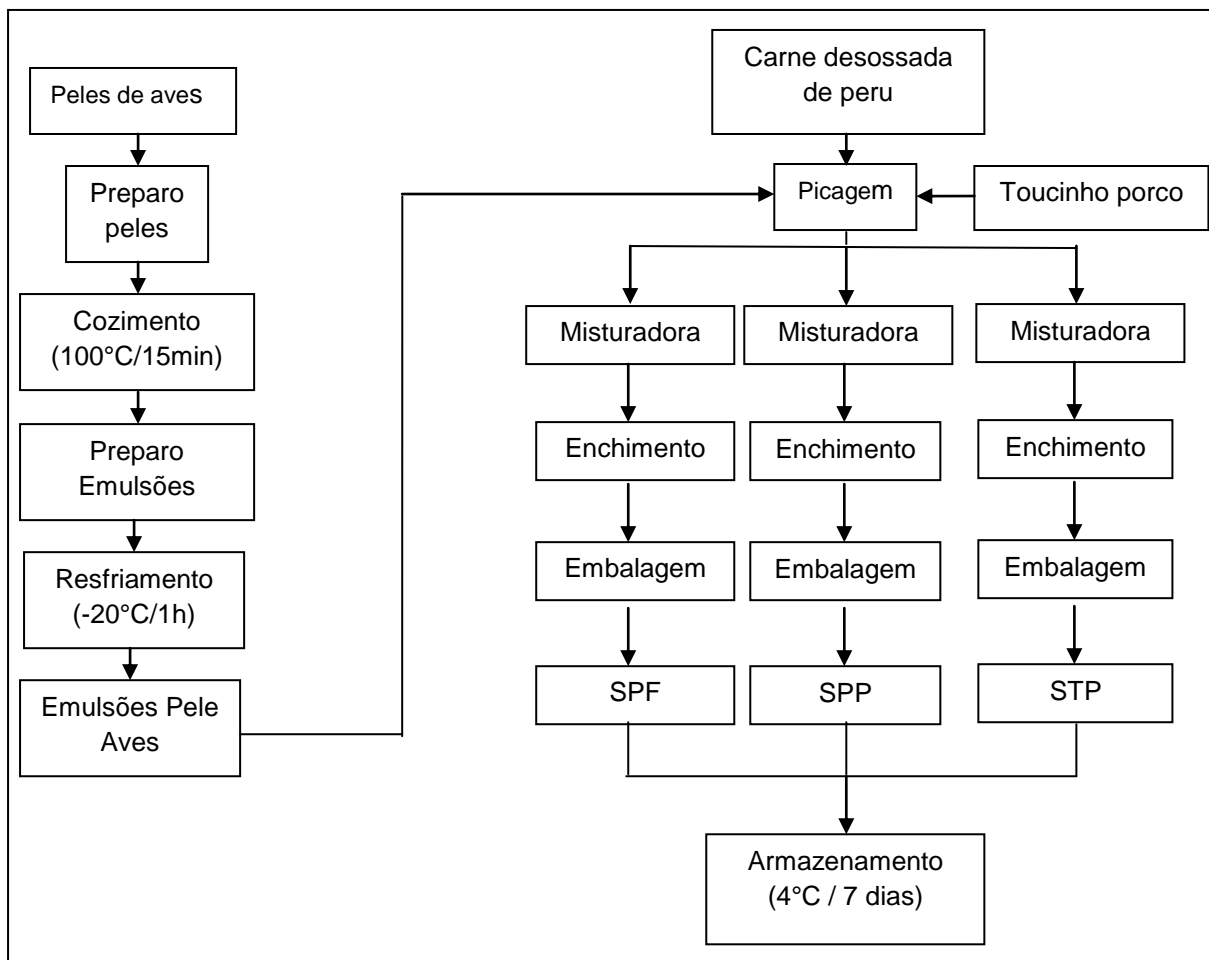


Figura 2.4 – Fluxograma produção salsichas frescas utilizando emulsão peles de peru e toucinho de porco

- Preparação das emulsões: peles de frango ou peru obtidas do desmanche local de carcaças da unidade fabril foram selecionadas e preparadas, são eliminados aqui os excessos de gordura e as etiquetas adesivas da marca sanitária. Posteriormente, as peles são cozidas a 100°C por aproximadamente 15 minutos. As peles cozidas são picadas em cutter (KRAMER GREBE, Beschick) e a elas são adicionados aos poucos a água de cozedura das peles e os demais ingredientes nas quantidades descritas nas formulações das emulsões. A emulsão está pronta quando se alcança a completa homogeneização do sistema. As emulsões são então resfriadas em túneis de congelamento (-20°C) até obter textura rija necessária para serem utilizadas na picadora.

- Picagem das carnes e toucinho/emulsões: Pernas de peru frescas (2°C) foram picadas em picadora automática (ASGO, modelo PCE 130), utilizando o grifo número 6 (fino). Nesta etapa, juntamente com a carne, foi adicionado o toucinho de porco (controle) ou as emulsões testadas (experiências).

- Preparo da salmoura: os demais ingredientes da salsicha foram misturados em tachos e reservados para posterior utilização na etapa de mistura.

- Mistura: todos os ingredientes são misturados em misturadora (ASGO, Schneider) durante 7 minutos com vácuo de aproximadamente 0,8 bar.

- Enchimento: a massa pós mistura é então levada até a enchedora (Handtmann, VF 616), onde é realizado o enchimento das tripas (aproximadamente 60 g por salsicha).

- Embalagem: salsichas são embaladas imediatamente em cuvetes de poliestireno expandido, e é feito controle da atmosfera no interior da embalagem ($64,2\% \pm 0,5\% \text{ O}_2$ e $28,25\% \pm 0,05\% \text{ CO}_2$ – resultados médios obtido nas experiências realizadas).

- Armazenamento: produtos foram armazenados em câmaras frigoríficas com controle de temperatura ($4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) por 11 dias.

As salsichas produzidas foram analisadas quanto a parâmetros microbiológicos, físico-químicos e sensoriais. O acompanhamento da qualidade do produto foi mensurado nos tempos zero, quatro, cinco, sete e onze dias de armazenamento. O produto possui um período de validade assegurado de sete dias.

2.4 Emulsificação (fase 1)

Na produção de toucinho de aves (produção de placas de gordura), a produção de emulsões foi realizada em dois blocos de experiências com propriedades diferentes: testes com pele crua, e outros com pele cozinhada.

Para os testes com pele crua, pesaram-se certas quantidades de pele, as quais foram picadas numa picadora *Moulinex* com potência de 1000W, em 10 intervalos regulares de 5 segundos cada. Às peles trituradas, foi adicionada água quente (cerca de 80°C), na proporção 1:1 de água e peles trituradas. A emulsão obtida foi dividida em gobelés de polipropileno para posterior análise. A cada um dos gobelés foram adicionadas diferentes quantidades e tipos de aditivos, de acordo com a tabela 2.5, e seguindo o procedimento de preparação das emulsões indicado na tabela 2.4 e figura 2.4.

Para os testes com peles de aves cozinhadas, pesaram-se certa quantidade de peles e adicionou-se certa quantidade de água na proporção 1:2 e peles e água. O conjunto foi colocado numa placa de aquecimento, num copo, deixando-se levantar fervura. Quando em ebulição, deixou-se ferver durante 10 minutos e depois filtrou-se para remover apenas as peles e armazenar a água de cozimento, deixando arrefecer até a uma temperatura próxima de 80°C . Esta mistura foi igualmente dividida em gobelés de polipropileno para posterior análise. A cada um dos gobelés foram adicionadas diferentes quantidades e tipos de ingredientes, de acordo com a tabela 2.5, e seguindo o procedimento de preparação das emulsões indicado na tabela 2.4 e figura 2.4.

Tabela 2.5 - Proporções de aditivos utilizados como espessantes nas emulsões da “fase 1” deste projeto (percentagem em relação a 100g de peso total)

Goma Utilizada	Proporções em relação ao peso total		
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
Xantana	0,20-0,25%	0,40-0,50%	0,8-1%
Guar	Ensaio 4 0,20-0,25%	Ensaio 5 0,40-0,50%	Ensaio 6 0,8-1%
	Ensaio 7 0,20-0,25%	Ensaio 8 0,40-0,50%	Ensaio 9 0,8-1%
Agár-agár	Ensaio 10 0,20-0,25%+0,20-0,25%		Ensaio 11 0,40-0,50+0,40-0,50%
Xantana+Agár	-	0,20-0,25%+0,20-0,25%	0,40-0,50+0,40-0,50%
Guar+Agár	-	0,20-0,25%+0,20-0,25%	0,40-0,50+0,40-0,50%
Xantana+Guar	-	0,20-0,25%+0,20-0,25%	0,40-0,50+0,40-0,50%

Para a “fase 1” do projeto, foram então avaliados parâmetros destas emulsões, como dureza aparente de uma forma qualitativa, de forma a avaliar quais das amostras são susceptíveis de transitar para uma “fase 2” do projeto, tendo em vista principalmente os seus aspetos reológicos. No entanto, é igualmente importante avaliar a capacidade de emulsificação e a manutenção das propriedades químicas.

2.5 Emulsificação (fase 2)

Numa segunda fase do projeto, e após avaliação das emulsões que apresentavam uma maior dureza aparente, foram desenvolvidas novas emulsões, semelhantes às anteriores, e apenas para testes com pele crua. As peles foram picadas numa picadora *Moulinex* com potência de 1000W, em 10 intervalos regulares de 5 segundos cada. Às peles trituradas, foi adicionada água quente (cerca de 80°C), na proporção 1:1 de água e peles trituradas. As emulsões foram divididas em partes iguais, adicionando aditivo nas proporções descritas na tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Proporções de aditivos utilizados como espessantes nas emulsões da “fase 2” deste projeto (percentagem em relação a 100g de peso total)

Goma Utilizada	Proporções em relação ao peso total	
Xantana	-	-
Guar	-	-
Xantana+Guar	0,15-0,25+0,15-0,25%	0,30-0,50+0,30-0,50%

Depois da adição de aditivo, as amostras foram separados em dois grupos de forma a avaliar o tempo de prateleira, tendo sido as amostras guardadas em dois tipos de armazenamento: em refrigeração e em congelação. A amostras foram avaliadas ao longo do tempo em termos de parâmetros microbiológicos (contagem de microrganismos totais viáveis), parâmetros físico-químicos (teor em ácido tiobarbitúrico -TBA, pH, acidez, humidade) e cor. Foi ainda avaliada qualitativamente a dureza aparente das amostras.

Para a realização destas análises, houve recolha de amostras ao longo do tempo, sendo que no tempo 0 (t=0), foram analisadas todas as emulsões (refrigeradas e congeladas). Ao fim de 8 dias (t=1), foram apenas analisadas as amostras refrigeradas. Ao fim de 15 dias (t=2), foram analisadas amostras refrigeradas e ao fim de 3 semanas (t=3), foram analisadas as amostras congeladas e refrigeradas. O estudo nas amostras congeladas continua a decorrer estando previsto ainda analisarem-se amostras ao fim de 3 meses (fim de setembro, e 6 meses, fim de dezembro). Os resultados não serão apresentados nesta dissertação por limitações de datas de entrega.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da pele de frango e de peru

Numa primeira fase do projeto, denominada “fase 0”, foi feita a caracterização físico-química das peles de frango e de peru fornecidas pela empresa, para avaliar qual a melhor forma de proceder em relação a percentagens de gordura e proteína que possam afetar a emulsificação e o seu endurecimento. Na Tabela 3.1 estão presentes os valores teóricos e os valores experimentais relativos a todas as análises realizadas às peles de frango e peru.

Tabela 3.1 - Comparação entre os resultados obtidos e os valores teóricos para a caracterização das peles de frango e de peru

	Valores teóricos Média USDA		Média	Valores teóricos USDA
	Frango		Perú	
Parâmetros				
% Humidade média	47 ± 6	54,22	45 ± 9	48,38
% Cinza média	0,6 ± 0,1	0,41	0,6 ± 0,1	0,52
% Fósforo médio	0,09 ± 0,00	0,1	0,11 ± 0,02	0,12
Cálcio (mg/100g)	66 ± 3	11	57 ± 1	13
Magnésio (mg/100g)	31 ± 2	13	29 ± 1	11
Potássio (mg/100g)	297 ± 6	103	419 ± 24	124
Sódio (mg/100g)	81 ± 13	63	63 ± 8	62
Ferro (mg/100g)	1,7 ± 0,0	1,08	2,4 ± 0,3	0,85
Manganês (mg/100g)	0,16 ± 0,01	0,019	0,12 ± 0,2	0,012
Zinco (mg/100g)	1,4 ± 0,1	0,93	1,6 ± 0,1	1,1
Cobre (mg/100g)	0,23 ± 0,02	0,041	0,13 ± 0,09	0,053
Fibra (%)	0	0	0	0
%Proteína, em base húmida	11 ± 2	13,33	14 ± 5	12,96
% Gordura, em base húmida	31 ± 6	32,35	32 ± 6	38,93

Em relação aos resultados obtidos para as análises à pele de frango, podemos constatar que, como espectável, foram obtidos valores analíticos semelhantes aos divulgados por laboratórios oficiais, como o USDA (*United States Department of Agriculture*).

De acordo com os valores obtidos e comparando com os valores do USDA, podemos observar que, em média, o valor de percentagem de água contida nas amostras de pele foi de 47%, inferior aos 54%

obtidos em literatura. A causa desta diferença pode advir do facto da amostra encontrar-se armazenada sob congelação. A análise do teor de humidade das peles de frango é muito importante pois é uma forma de avaliar a quantidade de massa seca existente, e consequentemente avaliar a quantidade de gordura de uma forma qualitativa.

Para além da percentagem de humidade, podemos verificar que a quantidade total de cinzas e consequentemente de minerais contidos no alimento é similar aos valores obtidos pelo USDA, onde o obtido experimentalmente foi em média 0,6% e em literatura, de 0,41%. A ligeira alteração entre estes valores pode dever-se à diferença do tipo de alimentação fornecida aos frangos. A percentagem de minerais nas peles de frango é vestigial, sendo que se pode concluir que não existe grande valor nutricional em termos de minerais, para este produto. Segundo Sarbon et al., 2013, o teor de cinzas obtido para estes investigadores foi de 0,37%, menor do que o valor obtido.

Segundo Piette et al, 2001, dependendo das condições de extracção, a quantidade de gordura obtida através da gordura de pele de frango varia entre 52 a 90% da quantidade de gordura disponível teoricamente para extracção. Neste estudo, a quantidade mínima de gordura obtida foi em média de 31%, sendo os valores similares aos da USDA. Observou-se, no entanto, que os valores obtidos são mais reduzidos do que os valores apresentados por outros autores. Nomeadamente, Tan *et al.*, 2014 obtiveram 52% na extração por Soxhlet. As diferenças observadas podem ser explicadas pela percentagem de gordura em pedaços de pele ser diferente ao longo do corpo do animal. Pela Tabela 3.1 é possível afirmar que o teor de fósforo obtido experimentalmente de (0,09%) está conforme o valor esperado (0,1%). Pelos valores expressos na Tabela 3.1 é possível afirmar que todos os teores dos elementos metálicos estão muito acima dos valores esperados. Esta discrepância pode advir do tipo de alimentação a que os frangos, cuja pele foi caracterizada, foram sujeitos, bem como do clima em que se desenvolveram (tipo de solo, composição de água consumida e clima).

Em relação ao teor de proteína na pele de frango, é possível verificar que os valores obtidos experimentalmente se assemelham aos obtidos na literatura, embora um pouco inferiores. Segundo Khulal et al., 2016, que usaram o mesmo método, o valor médio de proteína total obtida foi entre 5,74 e 8,63 g de proteína por 100g de amostra, diferente do que valor experimental obtido de 11 g de proteína em 100 g de amostra. Esta diferença pode dever-se também pelas diferenças que podem existir ao longo da pele do animal e também da ração, local, estadio do animal, entre outros fatores.

Na Tabela 3.1 estão também presentes os valores teóricos e os valores experimentais relativos a todas as análises realizadas às peles de peru.

Em relação aos resultados obtidos para as análises à pele de peru, podemos constatar que, como esperado, foram obtidos valores analíticos semelhantes aos divulgados por laboratórios oficiais, como o USDA (*United States Department of Agriculture*). Nas amostras estudadas verificou-se que, em média, a percentagem de água foi de 45% (Tabela 3.1). Este valor encontra-se de acordo com o valor da literatura (48,38%). o teor médio de cinzas obtido (0,6%) é bastante semelhante ao valor expresso na literatura (0,52%). Pela Tabela 3.1 é possível afirmar que o teor de fósforo obtido experimentalmente (0,11%) está conforme o valor esperado (0,12%). Contrariamente ao observado nas peles de frango (Tabela 3.1), os teores de metais determinados, para caracterização das peles de peru, não se encontram todos acima dos valores tabelados (Tabela 3.1). Neste caso, o teor de sódio (63 mg em 100 gramas de amostra) e o teor de zinco (1,6 mg em 100g de amostra), obtidos experimentalmente, são próximos aos valores teóricos (Ca: 62 mg e Zn: 1,1 mg, em 100 g de amostra) (Tabela 3.1). Todos os outros minerais avaliados apresentam valores muito discrepantes aos valores tabelados (Tabela 3.1), tal como ocorreu na caracterização das peles de frango (Tabela 3.1). Esta discrepância pode advir do tipo de alimentação a que os frangos, cuja pele foi caracterizada, foram sujeitos, bem como do clima em que se desenvolveram (tipo de solo, composição de água consumida e clima).

Relativamente à avaliação do teor em fibra é possível afirmar que o valor obtido (0%) e o valor proveniente da literatura (0%) são semelhantes (iguais, ou seja, a pele de ave não apresenta fibra). Experimentalmente o teor de proteína obtido foi de 14% (Tabela 3.1) Este valor encontra-se bastante próximo do valor teórico (12,96%), tal como era expectável. O valor de gordura obtido experimentalmente foi de 40% (Tabela 3.1). Este valor encontra-se de acordo com o valor apresentado na literatura (38,93%), presente na Tabela 3.1.

3.2 Produção de salsichas frescas com emulsões de peles de aves (ensaio laboratoriais)

Determinou-se o pH, acidez, humidade, cor (L, a*,b*) e a percentagem de água perdida durante o cozimento das salsichas frescas (Tabela 3.2). Entre o padrão e os testes não se observam grandes diferenças que inviabilizem a utilização das formulações testadas.

Tabela 3.2 – Caracterização das salsichas após preparação (ensaio laboratorial)

Amostra	pH	Acidez (g ac.oleico/100g)	Humidade % (m/m)	L	a*	b*	perda água % (m/m)
Padrão	6,37	1,92	69,52	46,29	19,88	7,24	42,03
T1	6,44	2,03	74,52	45,84	22,21	8,46	46,06
T2	6,41	1,86	72,26	46,70	19,80	8,47	41,78
T3	6,36	2,20	73,10	45,00	19,26	7,20	48,68
T4	6,58	1,92	68,43	46,37	20,60	7,94	41,65

As provas sensoriais foram realizadas utilizando a ficha de avaliação desenvolvida pela unidade fabril, onde 6 atributos foram avaliados (cor, aroma, homogeneidade, dureza, humidade e gosto), sempre de forma comparativa com o produto padrão (Padrão). Os provadores foram solicitados que dessem notas em uma escala de 1 a 7, onde a nota 4 (metade da escala) representa igualdade entre a experiência e o padrão, notas superiores significam maior intensidade do atributo avaliado, e notas inferiores menor intensidade. Quando o provador detetasse diferença entre o padrão e as experiências, foi também solicitado que os provadores informassem se esta diferença torna a experiência melhor ou pior que o padrão. Desta forma, foram atribuídas notas para conversão da escala de avaliação, variando de -3 a +3, sendo zero igual ao padrão, valores positivos melhor que o padrão e negativos pior que o padrão (tabela 3.3).

Tabela 3.3. Conversão da escala sensorial em valores

Classificação sensorial	Escala sensorial						
	1	2	3	4	5	6	7
Atribuição de valores	-3	-2	-1	0	1	2	3
	Pior que o padrão			0	Melhor que o padrão		

Da mesma forma, foi solicitado aos provadores que informassem a intenção de compra tanto do produto padrão quanto das experiências, que também foram convertidos em notas (tabela 3.5).

Tabela 3.4 – Conversão em notas da intenção de compra

Intenção de compra	Nota
Não compraria de certeza	-2
Provavelmente não compraria	-1
Provavelmente compraria	1
Compraria de certeza	2

De modo geral as experiências apresentaram boa aceitação em relação ao padrão (Figura 3.1), visto que as médias das notas para os atributos avaliados são positivas.

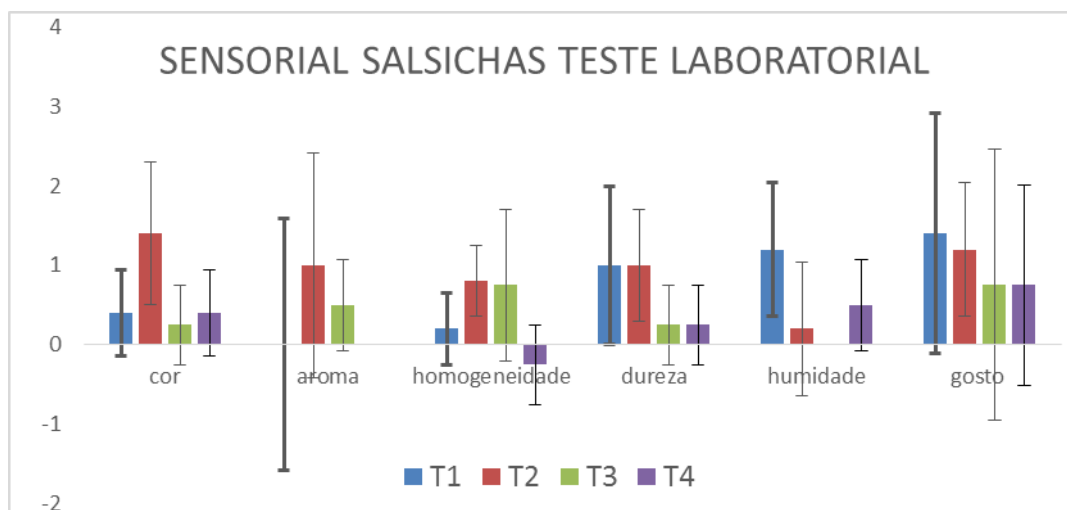


Figura 3.1. Avaliação sensorial das experiências laboratoriais em relação ao padrão: 100% emulsão pele cozida frango (T1); 100% emulsão pele cozida peru (T2), 75% emulsão pele cozida peru + 25% toucinho porco (T3), 50% emulsão pele cozida de peru e 50% toucinho de porco (T4). Escala variando de -3 a +3.

Observa-se que as experiências T1 e T2 apresentaram melhor aceitação quando comparadas com as demais, o que é mais evidente quando se analisa o atributo “gosto/sabor” separadamente (Figura 3.1).

Com relação à intenção de compra, apenas o T4 apresentou menor intenção de compra que o padrão, os demais testes foram preferidos em relação ao mesmo, demonstrando que os consumidores não deixariam de comprar o produto devido à modificação na formulação do mesmo (Figura 3.2).

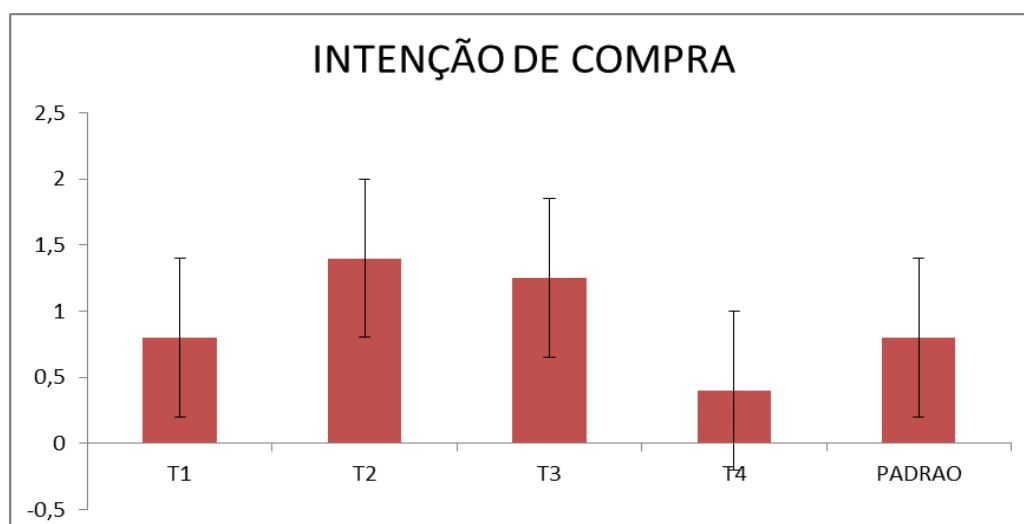


Figura 3.2. Avaliação da intenção de compra das salsichas. 100% emulsão pele cozida frango (T1); 100% emulsão pele cozida peru (T2), 75% emulsão pele cozida peru + 25% toucinho porco (T3), 50% emulsão pele cozida de peru e 50% toucinho de porco (T4). Escala variando de -2 a +2.

Desta forma, é possível concluir que as substituições são viáveis, visto que não causaram rejeição sensorial no produto desenvolvido.

Sugeriu-se, assim, que em escala industrial sejam testadas as emulsões padrão com pele de aves (frango e peru) cozidas, substituindo 100% do toucinho de porco, ou seja, que se reproduzam os testes 1 e 2. Apesar dos testes 3 e 4 também terem apresentado boa aceitação, o fato de ainda possuírem uma porcentagem de gordura suína não permite que se alcance o objetivo desta parte do projeto que é a substituição deste tipo de ingrediente da formulação das salsichas, e desta forma, não é viável a reprodução dos mesmos em escala industrial.

3.3 Produção de salsichas frescas com emulsões de peles de aves (ensaio piloto)

Nos ensaios piloto, a substituição do toucinho suíno por emulsões de pele de aves resultou num aumento do teor médio proteico e redução da percentagem de gordura nas salsichas produzidas (Tabela 3.5). Tais resultados são interessantes do ponto de vista nutricional, uma vez que a redução dos níveis de ingestão de gordura está diretamente relacionada a melhorias na saúde devido à diminuição do risco de doenças cardiovasculares. Em relação ao teor de água perdido durante a confecção, observou-se que as amostras com emulsão de peles mantiveram os teores médios perdidos, ou seja, do ponto de vista tecnológico não houve alterações na qualidade do produto final.

Tabela 3.5. Valores de composição centesimal e % de perda de água após cozimento das salsichas.

Amostra	Humidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Perda água (%)
STP	73 ± 3	2,2 ± 0,0	8,9 ± 0,8	16 ± 2	48,4 ± 0,5
SPF	76 ± 1	2,7 ± 0,2	12,6 ± 1,4	7,9 ± 1,1	48,4 ± 0,7
SPP	77 ± 1	2,5 ± 0,1	12,0 ± 0,3	5,8 ± 0,4	47,7 ± 0,1

Ao longo do período de armazenamento, avaliou-se o pH, cor e acidez, nos tempos zero, quatro, sete e onze dias (Tabela 3.6). O pH foi medido diretamente no produto utilizando-se um pHmetro de bancada; a cor foi determinada por meio da medida direta dos parâmetros L (luminosidade), a* (vermelho – verde) e b* (amarelo – azul) com auxílio de colorímetro e a acidez por titulação direta com NaOH, sendo os resultados expressos em g de ácido oleico/100g.

Tabela 3.6 – Valores de pH, acidez (g ácido oleico), L, a*, b* das salsichas ao longo do tempo.

Amostra	Tempo	pH	Acidez	L	a*	b*
STP	T0	5,98 ± 0,00	1,78 ± 0,12	46,53 ± 0,63	21,18 ± 0,30	8,18 ± 0,08
	T4	5,90 ± 0,13	1,83 ± 0,04	48,87 ± 0,42	24,70 ± 0,36	9,12 ± 0,16
	T7	5,90 ± 0,08	1,83 ± 0,04	48,82 ± 1,64	22,73 ± 0,48	8,82 ± 0,39
	T11	5,86 ± 0,01	2,28 ± 0,75	47,93 ± 0,04	20,89 ± 0,18	8,75 ± 0,10
SPF	T0	6,05 ± 0,04	1,69 ± 0,00	45,96 ± 0,45	21,56 ± 0,59	8,42 ± 0,13
	T4	5,89 ± 0,08	1,78 ± 0,12	49,54 ± 0,46	23,48 ± 0,01	9,58 ± 0,02
	T7	6,13 ± 0,02	1,95 ± 0,04	47,32 ± 0,40	21,38 ± 0,11	8,14 ± 0,08
	T11	5,63 ± 0,01	2,03 ± 0,24	51,02 ± 0,77	21,85 ± 0,36	9,21 ± 0,18
SPP	T0	6,22 ± 0,02	1,89 ± 0,04	46,20 ± 1,72	18,37 ± 0,43	7,83 ± 0,21
	T4	5,96 ± 0,01	1,61 ± 0,04	47,65 ± 0,01	21,95 ± 0,03	8,57 ± 0,71
	T7	5,26 ± 0,08	1,95 ± 0,12	47,91 ± 0,48	20,26 ± 0,37	7,90 ± 0,13
	T11	5,20 ± 0,11	2,48 ± 0,08	47,21 ± 0,91	18,81 ± 0,30	7,33 ± 0,36

Observa-se que entre o produto padrão e as experiências avaliadas não houve grande diferença quanto ao pH, acidez e cor, inclusive ao longo do tempo tais características se mantiveram. Nota-se, no entanto, uma tendência para a redução do pH e para o aumento da acidez, que se verifica com o aumento da carga microbiana (ver Figura 3.4 e análise microbiológica, mais à frente do texto). Isto demonstra que a substituição da gordura de porco pelas emulsões de peles de aves mantém as características do produto desenvolvido, sendo possível que haja a substituição a nível industrial.

Produtos secundários da oxidação de lipídios, como o malonildialdeído, são responsáveis pelo desenvolvimento dos sabores e odores indesejáveis nos alimentos, que interferem na aceitação do produto. Desta forma, por meio da determinação deste índice e de técnicas sensoriais é possível correlacionar os valores de TBA com o limiar de detecção do ranço e com o limite de aceitação sensorial do alimento. De acordo com a literatura, a carne bovina cozida é considerada oxidada e rejeitada quando apresenta teores entre 0,6-2,0 mg de MDA·kg⁻¹ (Greene e Comuze, 1981), enquanto que a carne de porco é sensorialmente rejeitada com valores entre 1,1-1,4 mg de MDA·kg⁻¹ (Qin et al., 2013). No estudo efetuado, apenas as salsichas padrão e com emulsão de pele de frango apresentaram valores de TBA dentro dos limites reportados na literatura para aceitação do produto (≤1,4 mg de MDA·kg⁻¹). As salsichas frescas de peru com emulsão de pele de peru (SPP) apresentaram acelerado estado oxidativo, tendo já no tempo zero valores de TBA próximos de 2 mg de MDA·kg⁻¹. (Figura 3.3)

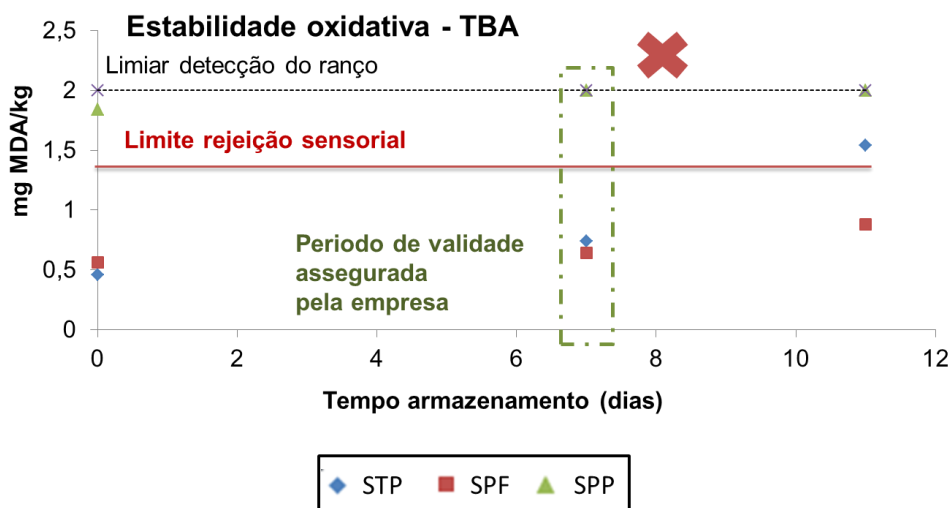


Figura 3.3. Avaliação da estabilidade oxidativa das salsichas produzidas (STP – salsicha toucinho porco (padrão); SPF – salsicha pele frango; SPP – salsicha pele peru).

Os produtos foram analisados quanto à contagem total de microrganismos nos tempos zero e sete dias armazenamento, objetivando-se com este estudo verificar se a substituição da gordura resultaria num aumento da contaminação microbiana após o processo produtivo (devido às alterações no processo) ou no final do prazo de validade (Figura 3.4).

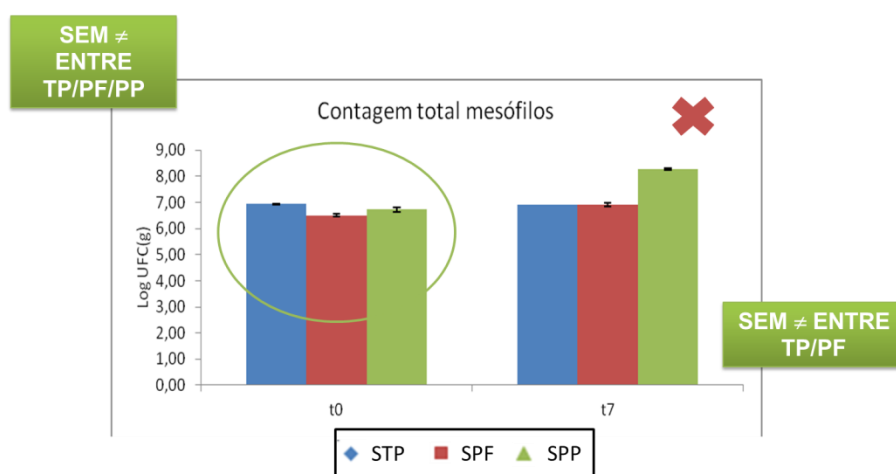


Figura 3.4. Contagem total de mesófilos nos tempos zero (t0) e sete (t7) dias de armazenamento (STP – salsicha toucinho porco (padrão); SPF – salsicha pele frango; SPP – salsicha pele peru).

Após a produção das salsichas, no tempo zero, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos, assegurando que mesmo devido à inclusão da etapa de cozimento das peles e preparo das emulsões, o produto final não se apresentou mais ou menos contaminado. No final do prazo de validade, houve um pequeno aumento na carga microbiana dos tratamentos controle e experiência com emulsão de pele de frango (sem significado), enquanto que as salsichas com emulsão de pele de peru apresentaram uma diferença de 1 ciclo log a mais que as outras duas amostras. Apesar de pequena esta

diferença pode também ter contribuído para a rejeição do produto SPP. De qualquer forma, por se tratar de um produto fresco, os níveis de contaminações encontrados estão dentro da normalidade.

Na análise sensorial, verificou-se que entre as duas experiências testadas, apenas a SPF apresentou boa aceitação em relação ao padrão, tendo em média recebido notas positivas para todos os parâmetros avaliados (Tabela 3.7). No atributo sabor (um dos principais atributos relacionado com a aceitação de um alimento), nos tempos zero e sete, a experiência obteve valores positivos, ou seja, os provadores consideraram o produto melhor que o padrão. Já no tempo cinco, o produto foi considerado igual ao padrão. Desta forma, é possível concluir que do ponto de vista sensorial a substituição da gordura suína por emulsão de pele de frango é viável. Outra informação relevante quanto a esta salsicha, foi o fato dos provadores a considerarem mais picante, o que pode ter contribuído para a aceitação da mesma. Em relação às salsichas frescas de peru com emulsão de pele de peru (SPP), os provadores indicaram uma menor aceitação deste produto face à salsicha padrão (STP), o que vem confirmar os resultados obtidos na determinação de TBA.

Tabela 3.7. Avaliação sensorial da salsicha fresca de peru com emulsão de pele de frango (SPF) e de peru (SPP) nos tempos zero (T0), cinco (T5) e sete dias (T7) de armazenamento. Escala variando de -3 a +3, na comparação com a salsicha fresca de peru com toucinho de porco (STP)

	SPF			SPP		
	T0	T5	T7	T0	T5	T7
cor	0,1 ± 0,9	1,0 ± 1,3	0,9 ± 1,0	0,0 ± 0,7	1,0 ± 1,0	0,4 ± 1,5
aroma	0,7 ± 0,9	0,6 ± 0,9	1,0 ± 1,0	-0,3 ± 1,1	-0,6 ± 1,0	-0,1 ± 1,2
homogeneidade	0,1 ± 0,9	0,3 ± 1,5	0,5 ± 0,9	0,1 ± 1,0	-0,1 ± 1,5	0,3 ± 0,9
dureza	0,2 ± 1,1	0,1 ± 0,8	0,8 ± 0,9	-0,1 ± 0,9	-0,6 ± 1,0	0,1 ± 1,3
humidade	- 0,1 ± 0,9	0,0 ± 1,2	0,1 ± 0,8	-0,3 ± 1,0	-0,4 ± 1,2	0,2 ± 0,9
sabor	0,5 ± 1,2	0,0 ± 1,6	0,9 ± 1,4	-0,6 ± 1,0	-0,9 ± 1,1	-0,4 ± 1,5

Da mesma forma, foi solicitado aos provadores que informassem a intenção de compra tanto do produto padrão quanto das experiências (Figura 3.5).

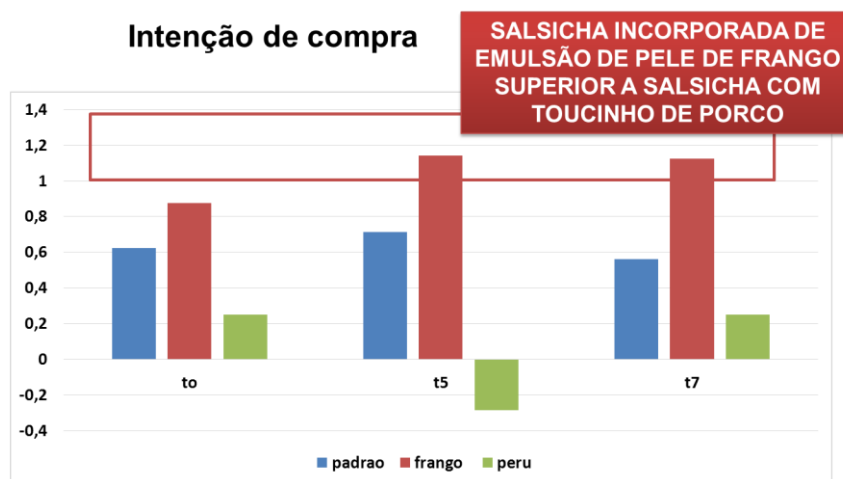


Figura 3.5. Avaliação da intenção de compra das salsichas nos tempos zero, cinco e sete dias de armazenamento. Escala variando de -2 a +2.

Como era de se esperar, a experiência com emulsão de pele de frango apresentou maior intenção de compra que as demais salsichas, visto que também possui melhor aceitação. Já as salsichas com emulsão de pele de peru, devido à rejeição sensorial do produto, não apresentaram intenção de compra. Desta forma, o novo produto com emulsão de frango pode ser utilizado como substituto ao produto tradicionalmente comercializado.

3.4 Caracterização das emulsões (fase 1)

Neste estudo foram testadas muitas formulações, mas apenas são apresentados os resultados mais significativos.

Numa primeira experiência, foram realizadas diferentes emulsões com pele de frango, com formulações onde foram alteradas as temperaturas de água da torneira para os diferentes testes. De uma forma geral, verificou-se que para amostras picadas previamente, à medida que se aumenta a temperatura os parâmetros medidos aumentam, exceto o pH. Também se verificou que eram necessárias mais rotações para que haja alguma modificação na estabilidade e que no parâmetro cor não existiam quaisquer diferenças significativas. Para amostras em que os ingredientes são picados ao mesmo tempo, verificou-se que quando a temperatura aumenta, o pH, a densidade e a acidez diminui. Quanto a outros parâmetros não foi possível tirar qualquer relação.

Numa experiência seguinte, foram realizadas diferentes emulsões com pele de frango, com formulações onde foram alteradas as quantidades de água e gelo para os diferentes testes. Tanto para amostras picadas previamente e finais, os resultados obtidos para qualquer um dos parâmetros foram similares entre si e não se verificou uma boa estabilidade das amostras, apresentando-se modificadas a

1000 rpm. Deste modo, a utilização de gelo não se verificou ser um ingrediente que contribuisse para favorecer a emulsão, logo foi descartado.

Numa terceira experiência, foram realizadas diferentes emulsões com pele de peru, com formulações diferentes para os testes. Em relação aos resultados obtidos, observou-se que não existe influência da picagem em qualquer um dos parâmetros medidos, uma vez que os valores foram similares entre si. Sendo uma experiência em que se utilizou peles de peru em vez de frango, pode-se comparar os valores obtidos desta experiência com a experiência anterior (as condições são parecidas). Desta forma, verificou-se que para peles de peru são mais estáveis que as peles de frango e que os valores obtidos dos parâmetros são superiores, excepto na acidez. No entanto, o volume de resíduos obtidos pela desmancha de aves é muito maior para frango do que peru, logo é mais favorável a realização de testes com vista no máximo rendimento e valorização máxima dos resíduos.

Com base nesses resultados e para o estudo em questão, numa primeira fase, foram feitas emulsões de pele crua e pele cozinha, descritas anteriormente, as quais foram avaliadas tendo em conta principalmente aspetos físicos como a dureza aparente, densidade aparente e ainda a capacidade de perfuração de certos objetos, de uma maneira qualitativa. Portanto, a análise das formulações teve sobretudo em conta as propriedades físicas do produto.

As propriedades físicas dos alimentos estão diretamente relacionadas com a aceitabilidade de qualquer produto por parte do consumidor. A análise destas propriedades é importante para definir não só essas condições de aceitação, como também condições de processamento do próprio produto. A ciência que estuda as propriedades físicas é a reologia, definida como a análise da deformação e do comportamento de um material quando é sujeito a uma tensão em função do tempo (Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005). Para definir as características do produto em termos estruturais são então efetuados testes reológicos de forma a definir a sua viscosidade e textura, parâmetros que foram considerados importantes na avaliação do toucinho de aves.

A viscosidade é a força de atrito por unidade de área, sendo definida como a resistência de um líquido ao fluxo causada pela sua fricção interna (Katzbauer, 1998). A viscosidade dos materiais depende das características do fluido em estudo (newtoniano ou não-newtoniano). Num fluido com comportamento newtoniano, a tensão aplicada é diretamente proporcional à taxa de deformação. Nos fluídos não-newtonianos essa relação não é linear, podendo apresentar desvios mais ou menos acentuados relativamente ao comportamento ideal (TabiloMunizaga e Barbosa-Cánovas, 2005). A viscosidade pode ser ainda influenciada por condições da própria formação do produto: gelificação, emulsificação, concentração de compostos, concentração de sais, temperatura e pH. É assim importante uma análise de muitos destes parâmetros de forma a fazer análises qualitativas quanto à

viscosidade do produto, ou então quantitativas através do uso de aparelhos específicos como viscosímetros.

Por outro lado, a textura dos alimentos pode ser definida como "a manifestação sensorial e funcional da estrutura, propriedades mecânicas e de superfície de alimentos detetada através dos sentidos da visão, audição e tato." (Szczeniak, 2002). As propriedades da textura são consequências da estrutura interna do alimento e das interações moleculares dos seus constituintes (Souza, 2004). Para determinar a textura de um alimento poderá recorrer-se a um texturómetro, constituído por um dinamómetro que transfere a energia mecânica ao material a uma velocidade constante obtendo-se como resposta a força ou a tensão que essa energia provoca no material, ao longo do tempo ou da distância (Bourne, 2002). A textura está intimamente ligada a características como a firmeza, sendo a força necessária para comprimir a amostra entre os dentes molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (semisólidos); a adesividade, sendo a força que a amostra oferece para ultrapassar as forças de atração entre o alimento e a boca, durante o processo de mastigação; e ainda a coesividade, a razão entre a força realizada na segunda dentada e a força realizada na primeira dentada, medindo a compressão do alimento em forças entre si.

Para obtenção da firmeza desejada testaram-se diferentes espessantes: a goma xantana e a goma guar, e também o agar-agar. A goma xantana é um heteropolissacárido extracelular, constituído por unidas D-glucose, D-manose e D-ácido glucorónico e é produzida através de fermentação aeróbia por culturas de *Xanthomonas campestris*. É atualmente utilizada numa grande variedade de produtos, desde incorporada em alimentos, fármacos e cosméticos, devido à sua capacidade de conferir às soluções um carácter altamente viscoso a baixas concentrações e para além disso, tem como vantagem a sua biodegradabilidade. É possível ainda, através da alteração dos níveis de açúcar e água no meio, conseguir produzir géis com goma xantana, com propriedades texturais, reológicas e mecânicas diferentes (Soares et. al, 2005). Para além disso, é facilmente disperso em água fria ou quente, com poucos efeitos nas suas propriedades, alterados por mudanças de temperatura ou pH (Baldwin et al., 2012).

A goma guar é um galactomanano neutro, produzido pelo endosperma da planta de guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). Este polissacárido é constituído maioritariamente por guarano e galactomanano, onde metade das cadeias β -D-mannopyranosyl, juntas por ligações 1 \rightarrow 4, contendo uma cadeia lateral α -D-galactopyranosyl no carbono C6. As soluções compostas com goma guar são estáveis numa grande variedade de pH e a natureza não-iónica da molécula é responsável pela sua viscosidade ao longo de vários valores na escala entre 1 e 10.5. Uma das principais vantagens da goma guar é que pode facilmente aumentar de tamanho e "inchar" e dissolver-se em água fria, devido ao seu elevado conteúdo em galactose. Assim, é conhecido na indústria alimentar como um bom agente espessante e estabilizante (Chivero et al., 2015).

O ágar-ágar, também conhecido simplesmente como ágar ou agarose, é um hidrocolóide fortemente gelatinoso extraído de diversos géneros e espécies de algas marinhas vermelhas que consiste em uma mistura heterogenea de dois polissacarídeos, agarose e agarpectina. Essas substâncias ocorrem como carbohidrato estrutural na parede das células. Tais algas que contêm o ágar-ágar são denominadas agarófitas e pertencem à classe Rhodophyta . O nome deste polímero provém da palavra malaia agar-agar. Os principais géneros de algas agarófitas são a *Gelidium*, *Gracilaria*, *Gelidiella* e *Pterocladia*.

O tempo de vida e a estabilidade de uma emulsão estão fortemente correlacionadas com a DSD (droplet size distribution) e as interações entre partículas na fase dispersa, que podem depender do pH final da emulsão devido à alteração da superfície proteica, modificando assim as propriedades das fases formadas. Para além disso, a fase contínua da emulsão, é muito importante na estabilização da mesma, podendo no entanto ser influenciada pelo uso de polissacáridos. Por este facto, a incorporação de polissacáridos nas emulsões tornou-se uma vantagem no combate à destabilização das emulsões (por exemplo, floculação).

A propriedade espessante destes estabilizadores depende, no entanto, da forma e tamanho das suas moléculas, e principalmente da sua interação com as proteínas da emulsão (neste caso, as proteínas presentes nas peles), uma vez que a relação entre estas moléculas é essencial para a formação da rede gel-polímero.

É importante, então, conhecer a natureza de todas as moléculas envolvidas na emulsificação, tomando partido da oportunidade de modelar a composição, o ambiente e as condições do meio, controlando as interações entre biopolímeros como as gomas guar e xantana e a formação de microestruturas capazes de estabilizar a emulsão. No entanto, os polissacáridos não incorporados nestas microestruturas formadas com as proteínas, podem promover a floculação nas emulsões se forem utilizados em concentrações excessivas, devido ao efeito osmótico e pressão sobre as proteínas, promovendo a sua destabilização (Felix et al., 2016).

A utilização das gomas mencionadas anteriormente é muito importante na estabilização de emulsões e na manutenção das suas propriedades ao longo do tempo.

A percentagem de aditivo/espessante utilizado e a escolha dos mesmos não foram feitas ao acaso. Segundo Hayati *et al.* (2016), foram obtidos resultados muito positivos em emulsões do tipo óleo em água quando adicionada goma xantana e goma guar, o que se pretendeu transpor para as emulsões a realizar devido ao carácter lipídico estudado em peles de aves (Sheu et al., 2002). Para tal, foram escolhidas misturas na proporção 0.25, 0.5 e 1% do peso total, também descrito no estudo (Hayati *et al.*, 2016). Quanto às misturas realizadas com diferentes gomas, foram não só tidos em conta os resultados dos investigadores anteriores, como também do descrito por Wendin *et al.* (Wendin et al., 2001).

De acordo com os resultados obtidos, a utilização de goma guár, goma xantana e agar-agar, foi avaliada de forma qualitativa, de forma a perceber que concentrações e que espessantes passariam para a próxima fase de testes. Foi possível verificar que a utilização de agar-agar não pareceu viável, e que apesar de ser um aditivo barato, precisa de uma maior concentração para atingir o grau de dureza que os outros atingiram a concentrações mais baixas. Para além disso, as gomas têm um carácter estabilizante da emulsão, ao contrário do agar-agar. Depois, foram analisadas e comparadas os diferentes tipos de concentrações. As emulsões que se apresentaram mais duras foram aquelas com maior concentração de espessante, sendo que as emulsões com goma guár apresentaram maior dureza que as de goma xantana.

Foi também possível constatar que as emulsões que se apresentaram mais sólidas foram aquelas com maior percentagem de espessante (1% em 100g). Ainda assim, foi possível verificar que houve diferenças entre as diferentes gomas. Estes resultados foram obtidos para amostras com apenas um espessante.

Para amostras com misturas de espessantes, foi possível verificar igualmente a maior dureza em amostras com maiores quantidades de espessante e não só, foi também verificado que as amostras com misturas de goma xantana + goma guár, apresentavam maior dureza que as restantes.

Em comparação com amostras com apenas um tipo de espessante, os resultados obtidos mostraram que a mistura de diferentes espessantes aumentou a dureza das emulsões, o que foi também obtido por outros autores (Hayati *et al.*, 2016).

Para além dos dados obtidos em relação aos aditivos utilizados, foi possível comparar a dureza e estabilidade das emulsões com pele crua *versus* emulsões com pele cozinhada. Em testes anteriores, foram feitos para avaliar: efeito da temperatura da água adicionada às peles e efeito do cozimento (ou não) das peles a utilizar. Foi possível verificar também que era essencial a utilização de água de cozimento nas emulsões com pele cozinhada.

Para esse efeito, foram realizados os testes descritos no ponto 2.4. Os resultados obtidos, ao longo de um ano para estes testes, mostraram que é mais viável a utilização de pele crua e água quente (cerca de 80°C) do que a utilização de pele cozinhada com água de cozimento. Na segunda opção, a passagem da gordura presente nas peles para a água torna o processo mais complexo, uma vez que os ácidos gordos presentes na pele são essenciais para a formação de gotículas de óleo que emulsificarão na água, sendo que muita da gordura que passa para a água de cozimento, pode não ser utilizada posteriormente na emulsão, uma vez que a quantidade de água para cozer as peles foi maior (foi tido em conta perdas por evaporação).

Assim, os testes realizados neste estudo serviram maioritariamente para confirmar a utilização de pele crua e água quente como a mais viável, e também para testar o uso dos agentes espessantes em estudo, seleccionando assim as amostras com mais interesse testar.

3.5 Caracterização das emulsões (fase 2)

Nesta segunda fase, foram escolhidas apenas as emulsões que apresentavam maior dureza, tendo em conta os resultados da fase anterior. Para tal, as amostras foram produzidas e armazenadas em refrigeração e os duplicados, em congelação. Este procedimento serviu para testar o tempo de prateleira das respectivas emulsões, de forma a analisar qual a validade desde o momento da sua produção até à incorporação em produtos. É necessário também ter em conta que as emulsões produzidas não continham qualquer tipo de conservante, sendo esse também um fator preponderante para a compreensão dos resultados microbiológicos obtidos.

Nesta fase de testes, foram analisadas amostras para diferentes parâmetros ao longo de tempos diferentes, sendo que o tempo 0 correspondeu à análise das amostras imediatamente após a produção das emulsões. Para este tempo, os resultados obtidos foram os apresentados na tabela 3.8. O índice de TBA encontra-se em miligramas de aldeído malónico em 1000 grama de amostra.

Tabela 3.8 - Resultados obtidos para o t=0, nas amostras congeladas e refrigeradas.

AMOSTRAS	acidez (%)	Humidade (%)	Índice TBA (mg aldeído malónico/kg)
GX Refrigerada	0,757 ± 0,084	49,064 ± 0,217	0,193 ± 0,006
GX Congelada	0,842 ± 0,059	50,393 ± 0,653	0,189 ± 0,000
GG Refrigerada	0,811 ± 0,030	50,574 ± 0,125	0,206 ± 0,004
GG Congelada	0,642 ± 0,027	52,953 ± 1,077	0,192 ± 0,002
XG 0,25 Refrigerada	0,619 ± 0,057	50,114 ± 2,235	0,206 ± 0,010
XG 0,25 Congelada	0,789 ± 0,057	53,122 ± 1,251	0,186 ± 0,001
XG 0,5 Refrigerada	0,920 ± 0,020	55,839 ± 1,873	0,196 ± 0,000
XG 0,5 Congelada	0,784 ± 0,001	57,607 ± 0,862	0,193 ± 0,003
	Cor		
AMOSTRAS	L	a	b
GX Refrigerada	66,255 ± 3,225	1,145 ± 0,285	11,325 ± 0,305
GX Congelada	71,880 ± 0,420	0,020 ± 0,270	12,070 ± 0,410
GG Refrigerada	75,405 ± 0,155	0,000 ± 0,090	11,625 ± 1,085
GG Congelada	66,500 ± 0,580	-0,045 ± 0,115	9,895 ± 0,585
XG 0,25 Refrigerada	69,005 ± 2,745	0,015 ± 0,375	9,085 ± 1,295
XG 0,25 Congelada	80,205 ± 1,975	0,015 ± 0,055	12,825 ± 0,015
XG 0,5 Refrigerada	69,720 ± 1,400	0,500 ± 0,460	11,520 ± 1,230
XG 0,5 Congelada	69,075 ± 3,125	-0,140 ± 0,080	11,105 ± 0,095

Durante o resto do mês, foram analisadas de 8 em 8 dias, as amostras feitas em t=0, para tempos t=1 (uma semana depois), t=2 (duas semanas depois) e t=3 (três semanas depois), onde foram também analisadas as amostras que ficaram congeladas, nesse último tempo.

Para o tempo t=1, os resultados obtidos encontram-se expostos na tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Resultados obtidos para o t=1, nas amostras mantidas em refrigeração.

AMOSTRAS	acidez (%)	Humidade (%)	Índice TBA (mg aldeído malônico/kg)
GX Refrigerada	0,817 ± 0,029	52,105 ± 0,105	0,204 ± 0,001
GG Refrigerada	0,816 ± 0,027	52,895 ± 1,715	0,194 ± 0,003
XG 0,25 Refrigerada	0,786 ± 0,111	51,515 ± 0,855	0,198 ± 0,001
XG 0,5 Refrigerada	0,870 ± 0,087	53,975 ± 1,085	0,206 ± 0,000
Cor			
AMOSTRAS	L	a	b
GX Refrigerada	71,320 ± 0,080	1,260 ± 0,540	11,120 ± 0,280
GG Refrigerada	73,165 ± 0,995	0,155 ± 0,215	11,450 ± 0,360
XG 0,25 Refrigerada	73,285 ± 1,675	1,460 ± 0,120	12,170 ± 0,340
XG 0,5 Refrigerada	71,060 ± 2,130	0,700 ± 0,280	10,295 ± 0,065

Para o tempo t=2, os resultados obtidos encontram-se expostos na tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Resultados obtidos para o t=2, nas amostras mantidas em refrigeração.

AMOSTRAS	Acidez (%)	Humidade (%)	Índice TBA (mg aldeído malônico/kg)
GX Refrigerada	1,009 ± 0,054	52,105 ± 0,105	0,220 ± 0,005
GG Refrigerada	1,140 ± 0,019	52,895 ± 1,715	0,200 ± 0,005
XG 0,25 Refrigerada	1,092 ± 0,0079	51,515 ± 0,855	0,209 ± 0,002
XG 0,5 Refrigerada	1,173 ± 0,054	53,975 ± 1,085	0,201 ± 0,002
Cor			
AMOSTRAS	L	a	b
GX Refrigerada	59,600 ± 0,610	-0,005 ± 1,055	20,380 ± 3,340
GG Refrigerada	58,945 ± 1,505	0,685 ± 0,375	17,135 ± 2,375
XG 0,25 Refrigerada	62,780 ± 1,700	0,585 ± 0,035	15,895 ± 0,605
XG 0,5 Refrigerada	61,620 ± 1,370	0,105 ± 1,085	19,720 ± 0,690

Finalmente, para o tempo t=3, os resultados obtidos encontram-se expostos na tabela 3.11, correspondentes às amostras mantidas em refrigeração ao longo de 3 semanas, e amostras mantidas em congelamento no mesmo período de tempo.

Tabela 3.11 - Resultados obtidos para o t=3, nas amostras congeladas e refrigeradas.

AMOSTRAS	acidez (%)	Humidade (%)	Índice TBA (mg aldeído malônico/kg)
GX Refrigerada	1,266 ± 0,084	50,845 ± 0,575	0,215 ± 0,003
GX Congelada	0,645 ± 0,024	51,700 ± 0,040	0,190 ± 0,001
GG Refrigerada	1,374 ± 0,031	51,910 ± 2,790	0,214 ± 0,001
GG Congelada	0,676 ± 0,001	52,565 ± 2,245	0,191 ± 0,003
XG 0,25 Refrigerada	1,321 ± 0,029	50,280 ± 0,770	0,210 ± 0,004
XG 0,25 Congelada	0,590 ± 0,026	53,840 ± 1,570	0,191 ± 0,001
XG 0,5 Refrigerada	1,149 ± 0,023	52,230 ± 0,320	0,213 ± 0,008
XG 0,5 Congelada	0,587 ± 0,024	58,130 ± 2,280	0,202 ± 0,008

Cor			
AMOSTRAS	L	a	b
GX Refrigerada	69,900 ± 1,630	-0,895 ± 0,005	13,225 ± 1,055
GX Congelada	68,280 ± 0,490	-0,785 ± 0,015	13,380 ± 0,470
GG Refrigerada	70,930 ± 1,460	-0,910 ± 0,310	14,285 ± 0,385
GG Congelada	69,405 ± 2,035	-0,750 ± 0,160	13,240 ± 1,050
XG 0,25 Refrigerada	67,820 ± 0,460	-0,740 ± 0,140	13,765 ± 0,895
XG 0,25 Congelada	70,525 ± 1,885	-1,005 ± 0,195	13,620 ± 0,230
XG 0,5 Refrigerada	68,395 ± 1,035	-0,8615 ± 0,015	14,645 ± 0,015
XG 0,5 Congelada	61,155 ± 1,115	-0,030 ± 0,000	10,405 ± 1,245

Foi também feita contagem do número de microrganismos totais viáveis, ao longo do tempo. Os resultados apresentam-se na tabela 3.12, através do logaritmo da contagem de unidades formadoras de colônia.

Tabela 3.12 - Logaritmo da contagem de unidades formadoras de colônia (UFC) para o parâmetro número de microrganismos totais viáveis presentes em diferentes concentrações de amostra, e em armazenamento em refrigeração ou congelação, ao longo do tempo.

Tempo	T0	T1	T2	T3
GX Refrigerada	6,24 ± 0,09	7,48 ± 0,07	7,74 ± 0,01	9,64 ± 0,17
GG Refrigerada	5,25 ± 0,25	7,30 ± 0,00	7,50 ± 0,32	8,76 ± 0,09
XG 0,25% Refrigerada	6,40 ± 0,04	8,58 ± 0,04	8,62 ± 0,02	9,16 ± 0,03
XG 0,5% Refrigerada	6,69 ± 0,09	8,65 ± 0,09	8,74 ± 0,02	8,93 ± 0,20
GX Congelada	5,79 ± 0,13	-	-	4,96 ± 0,40
GG Congelada	5,19 ± 0,01	-	-	4,73 ± 0,09
XG 0,25% Congelada	6,26 ± 0,02	-	-	5,70 ± 0,24
XG 0,5% Congelada	6,67 ± 0,03	-	-	5,80 ± 0,18

Os resultados foram então analisados, e feitos gráficos para cada um dos parâmetros, ao longo do tempo e para cada uma das amostras, mostrando assim a tendência entre os diferentes tempos de estudo. A evolução da acidez nas amostras é apresentada nas Figuras 3.6 e 3.7:

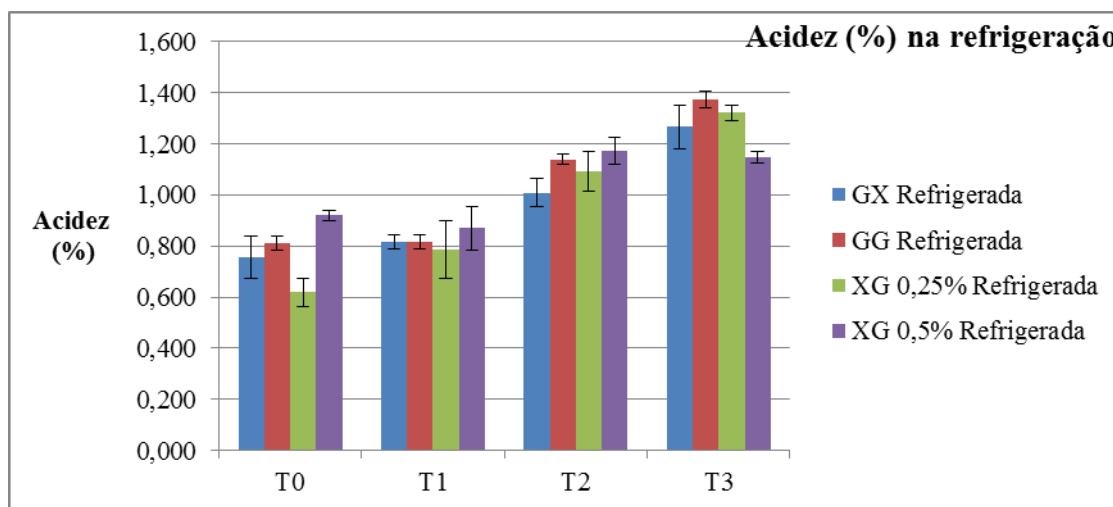


Figura 3.6 - Gráfico da variação dos níveis de acidez, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

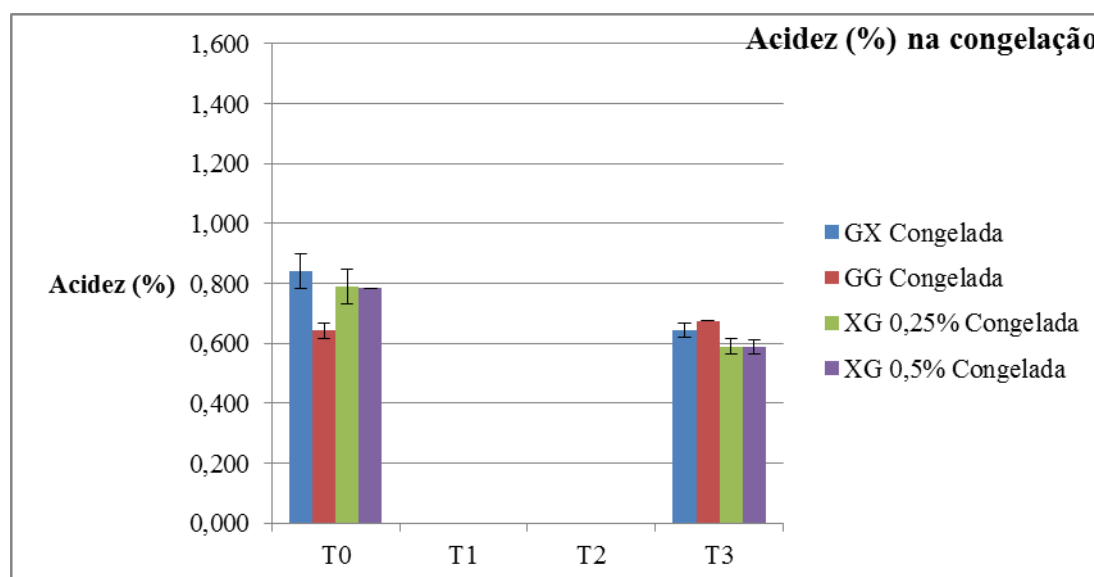


Figura 3.7 - Gráfico da variação dos níveis de acidez, em percentagem, ao longo do tempo, para amostras congeladas.

Em suma, e de acordo com os gráficos obtidos e estatística ANOVA, para os níveis de percentagem de ácidos gordos livres (acidez), podemos verificar que existe um aumento significativo da acidez das amostras ao longo do tempo, quando o armazenamento é em refrigeração ($P < 0,05$). Na congelação, verifica-se que os valores se mantiveram semelhantes durante os tempos em estudo, para qualquer das amostras ($P > 0,05$). Este aumento de acidez resulta da oxidação e lipólise das gorduras. Não se verificaram diferenças significativas entre gomas e as amostras congeladas apresentaram ao longo do tempo uma acidez inferior à das amostras refrigeradas, reflectindo que os processos de degradação das emulsões foi mais acelerado com o aumento de temperatura.

A evolução da humidade nas amostras é apresentada nas Figuras 3.8 e 3.9.

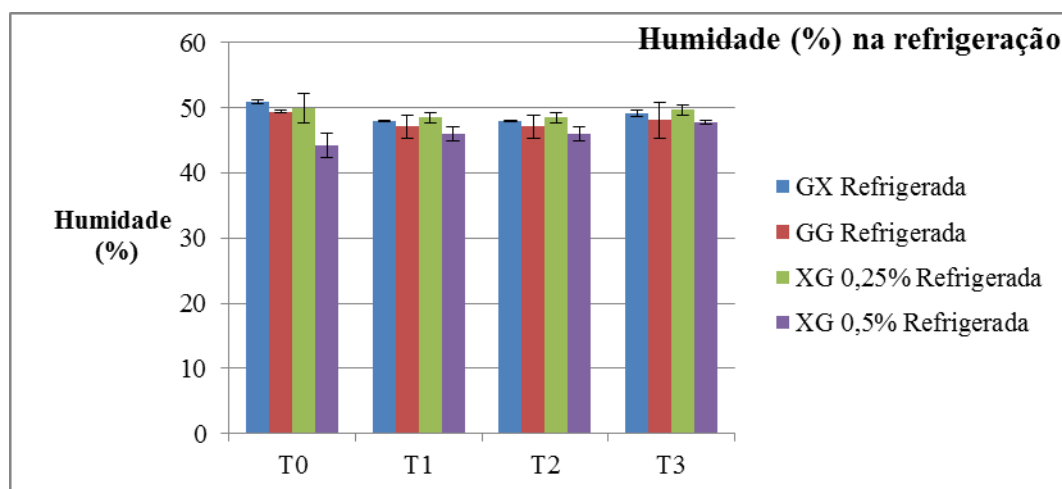


Figura 3.8 - Gráfico da variação da humidade, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

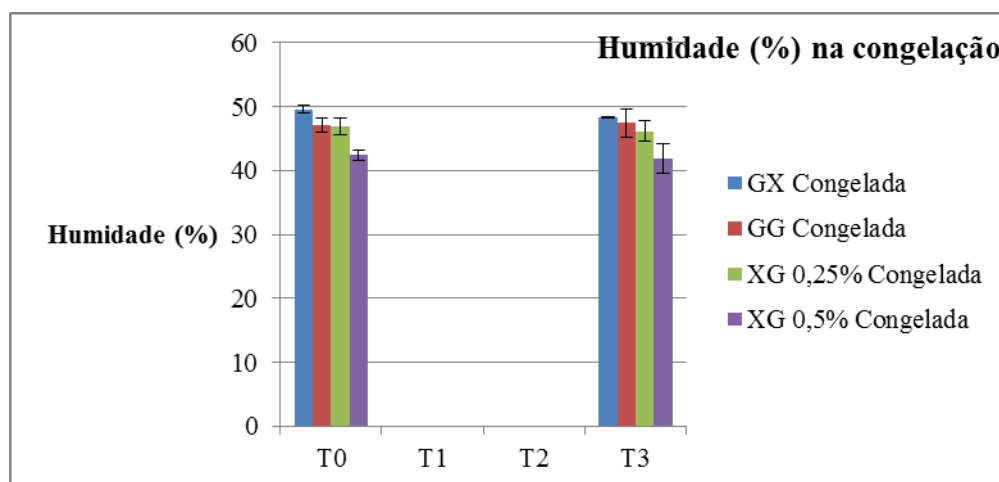


Figura 3.9 - Gráfico da variação da humidade, em percentagem, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

De acordo com os gráficos obtidos e estatística ANOVA, para os níveis de percentagem de humidade, podemos verificar que não há uma variação significativa da humidade das amostras ao longo do tempo, quer quando o armazenamento é em refrigeração quer no armazenamento em congelação ($P > 0,05$). Não se verificaram diferenças significativas na humidade das amostras armazenadas em refrigeração e em congelação. No entanto, verificaram-se diferenças significativas entre gomas, identificando-se uma tendência com significado ($P < 0,05$) para um menor teor de humidade na mistura de gomas XG 0,5%. Para o teor de humidade nas emulsões, podemos verificar que se assemelham aos obtidos com gordura de suíno para Choi et al., 2009, o que pode ser interpretado como positivo pois é expectável que a substituição de gordura de suíno em salsichas, por exemplo, pode ser bem-sucedida em termos da não-alteração da humidade da salsicha, mantendo as suas propriedades nesse aspeto.

A evolução do índice do ácido tiobarbitúrico nas amostras é apresentada nas Figuras 3.10 e 3.11:

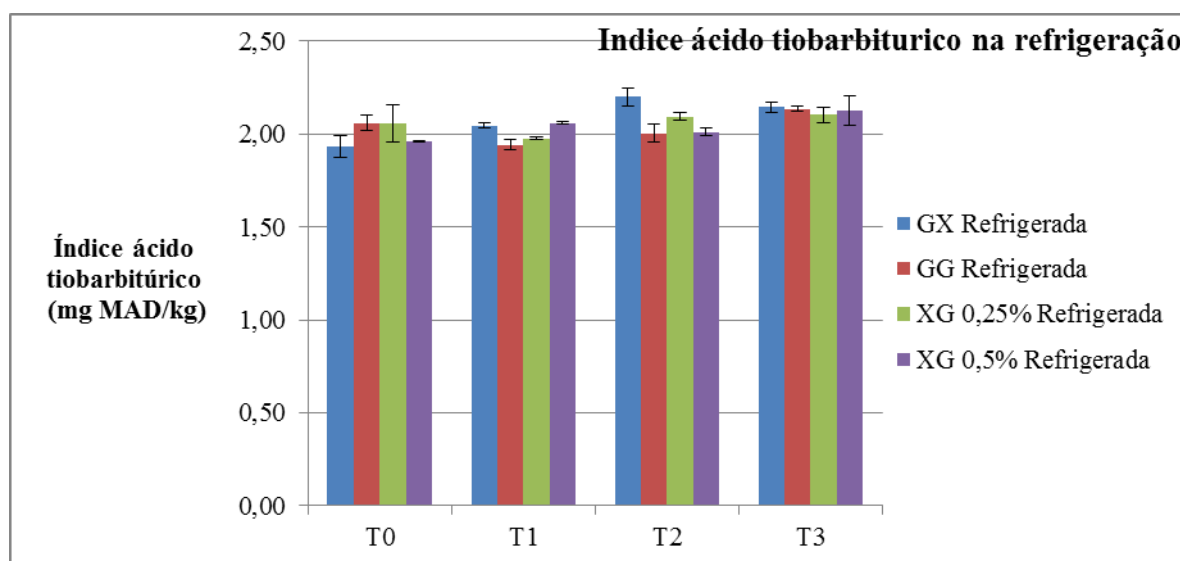


Figura 3.10 - Gráfico da variação do índice de ácido tiobarbitúrico, em miligramas de MAD, por kilograma de amostra, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

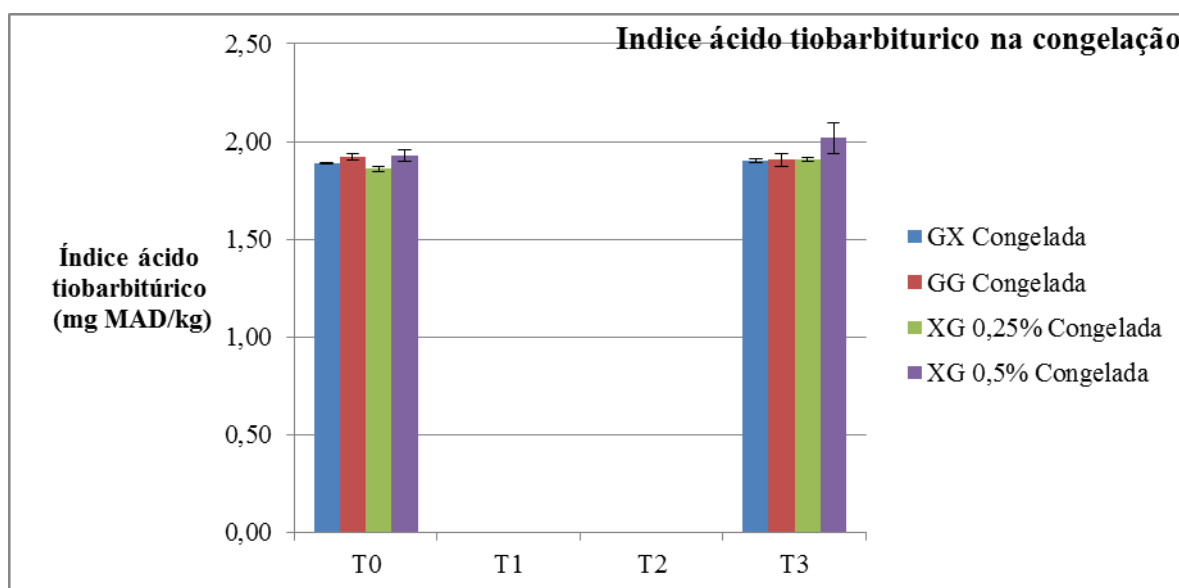


Figura 3.11 - Gráfico da variação do índice de ácido tiobarbitúrico, em miligramas de MAD, por kilograma de amostra, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

De acordo com os gráficos obtidos e estatística ANOVA, para os níveis de TBA, podemos verificar que existe um aumento significativo do TBA das amostras ao longo do tempo, quando o armazenamento é em refrigeração ($P < 0,05$). Na congelção, verifica-se que os valores se mantiveram semelhantes durante os tempos em estudo, para qualquer das amostras ($P > 0,05$). Este aumento de TBA resulta da oxidação e lipólise das gorduras, tal como verificado com o aumento da acidez. Não se verificaram diferenças significativas entre gomas e as amostras congeladas apresentaram ao longo do

tempo um valor de TBA inferior à das amostras refrigeradas, reflectindo que os processos de degradação das emulsões foi mais acelerado com o aumento de temperatura.

O índice de ácido tiobarbitúrico permite determinar a massa de MDA (mg) presente em 1 kg de amostra. Não se encontra estipulado na legislação um limite para o índice de TBA a partir do qual o alimento se encontra impróprio para consumo, no entanto segundo Milicevic et al., 2015, a quantidade de MDA/kg obtido em carne de frango com pele crua foi no máximo de 0,24, e sendo que a maioria da gordura advém da pele, podemos extrapolar estes dados e comparar com os obtidos, podendo ver que os valores são muito díspares, apresentando valores 10 vezes superiores. Este resultado tão superior ao da carne de frango resulta dos teores elevados de gordura presentes na pele e ao processo oxidativo que sofreram no seu processamento. Aumento significativo ao longo do tempo em refrigeração mostra a rancificação que as peles sofreram.

A evolução da carga microbiana nas amostras é apresentada nas Figuras 3.12 e 3.13:

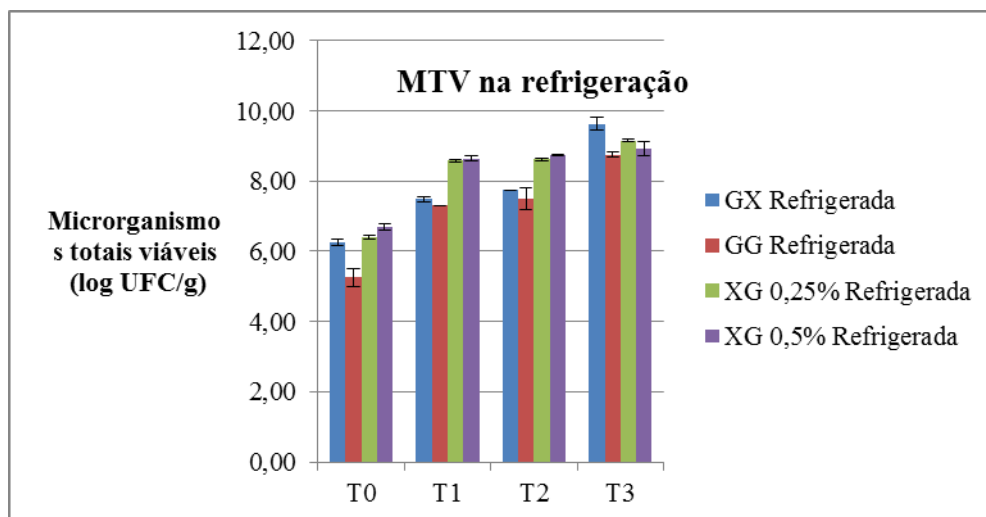


Figura 3.12 - Gráfico da variação da contagem de microrganismos totais viáveis, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

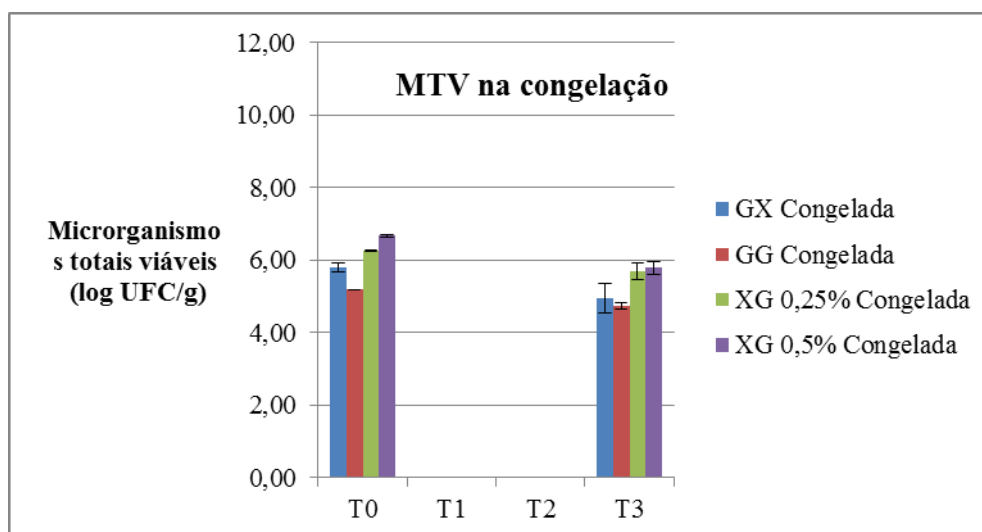


Figura 3.13 - Gráfico da variação da contagem de microrganismos totais viáveis, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

De acordo com os gráficos obtidos e estatística ANOVA, para os níveis de contaminação microbiana, podemos verificar que existe um aumento significativo da carga microbiana nas amostras ao longo do tempo, quando o armazenamento é em refrigeração ($P < 0,05$). Na congelação, verifica-se que os valores se mantiveram semelhantes durante os tempos em estudo, para qualquer das amostras ($P > 0,05$). Este aumento de carga microbiana induz um aumento da oxidação e lipólise das gorduras, tal como verificado com o aumento da acidez e do TBA. As amostras congeladas apresentaram ao longo do tempo um valor de carga microbiana inferior ao das amostras refrigeradas, reflectindo que os processos de degradação das emulsões foi mais acelerado com o aumento de temperatura. Também se verificaram diferenças significativas entre gomas. A goma guar mostrou uma tendência com significado ($P < 0,05$) para uma redução da carga microbiana.

Uma das formas pensadas de contornar a elevada presença microbiana nestas emulsões seria a pasteurização do produto. Segundo Frétin et al. (2017), os efeitos da pasteurização foram testados ao nível de três pontos, em emulsões: a nível do efeito na composição/estrutura de ácidos gordos, a nível químico e a nível microbiológico. De acordo com os resultados obtidos, a composição de ácidos gordos manteve-se, independentemente do tipo de tratamento térmico utilizado, o que pode mostrar que, extrapolando para as emulsões de pele de frango produzidas, podem indicar que a textura se manterá sob tratamento térmico como pasteurização. A aplicação de tratamentos térmicos tem, no entanto, um efeito negativo para a estabilidade de emulsões, podendo causar a floculação de partículas de óleo nas emulsões, resultando numa separação de fases. Para Ven et al. (2007), o estudo baseou-se na procura de condições térmicas de pasteurização e/ou esterilização, prevenindo esta destruição do produto. De acordo com as conclusões tiradas por estes autores, emulsões com baixo teor de pH têm uma maior resistência a pasteurização a altas pressões ou a altas temperaturas. Para pHs neutros, como os obtidos no ensaio realizado, o que mostrou menores alterações na emulsão foi a pasteurização a altas pressões, em comparação com a de altas temperaturas.

Seria expectável que o tempo de prateleira do produto a desenvolver fosse inferior ao tempo de prateleira do toucinho de porco, uma vez que a carne de aves é mais sensível a oscilações de temperatura, que a carne de porco. Foi difícil fazer o paralelismo, uma vez que a produção das emulsões não foi feita em ambiente estéril. É possível no entanto pensar-se em outras possíveis soluções que danifiquem menos o produto, como por exemplo a utilização de quitosano. Segundo alguns autores, foi possível verificar que o quitosano tem atividade antimicrobiana em carne de aves, podendo ser possível a sua incorporação em artigos como um aditivo naturalmente antimicrobiano (Alnoman, et al., 2017).

A evolução dos parâmetro L, a^* e b^* da cor, e variação de cor (medida pelo parâmetro ΔE) nas amostras é apresentada nas Figuras 3.14 - 3.21:

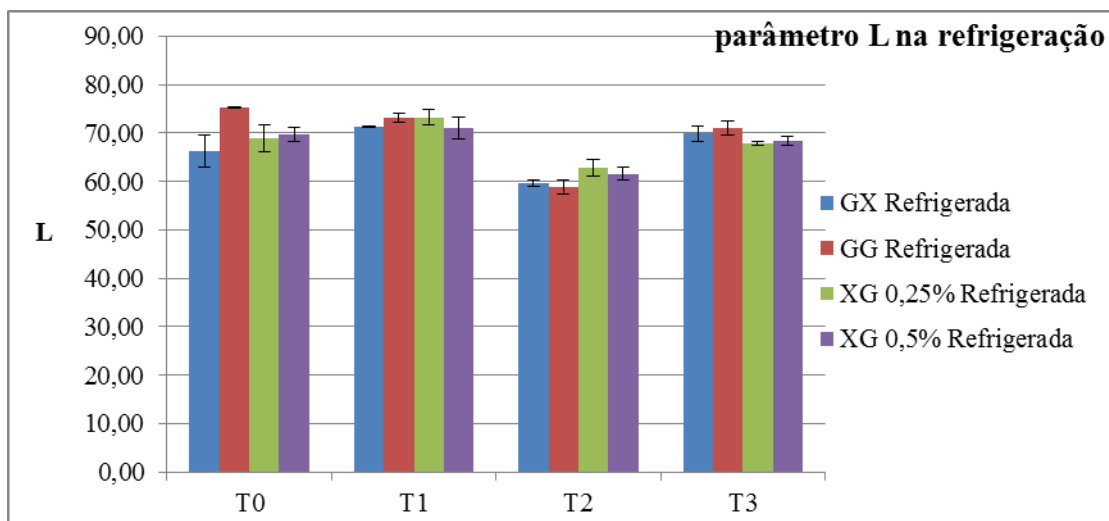


Figura 3.14 - Gráfico da variação do parâmetro L, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

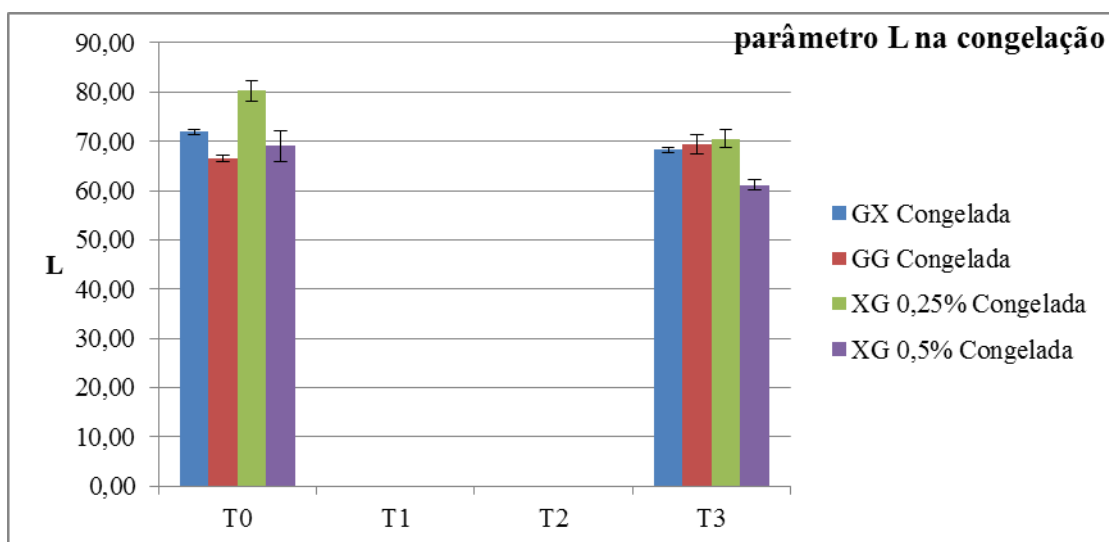


Figura 3.15 - Gráfico da variação do parâmetro L, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

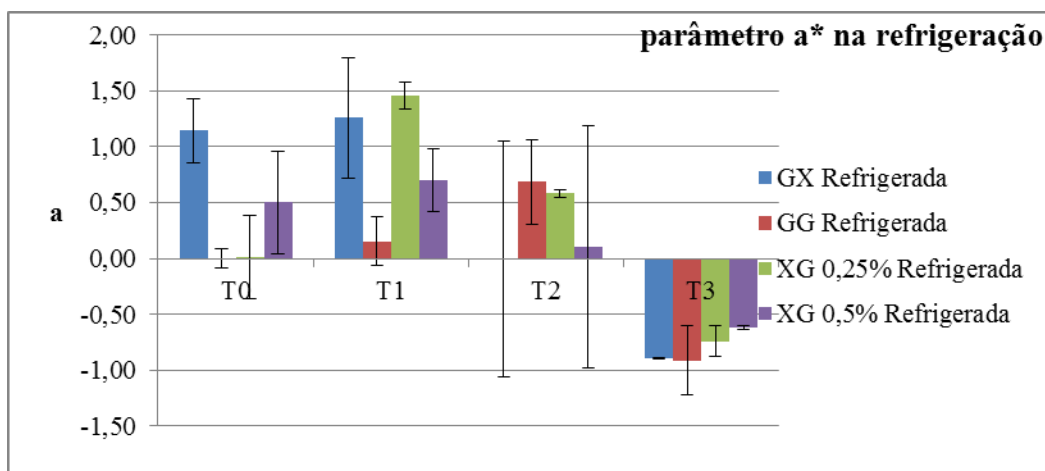


Figura 3.16 - Gráfico da variação do parâmetro a*, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

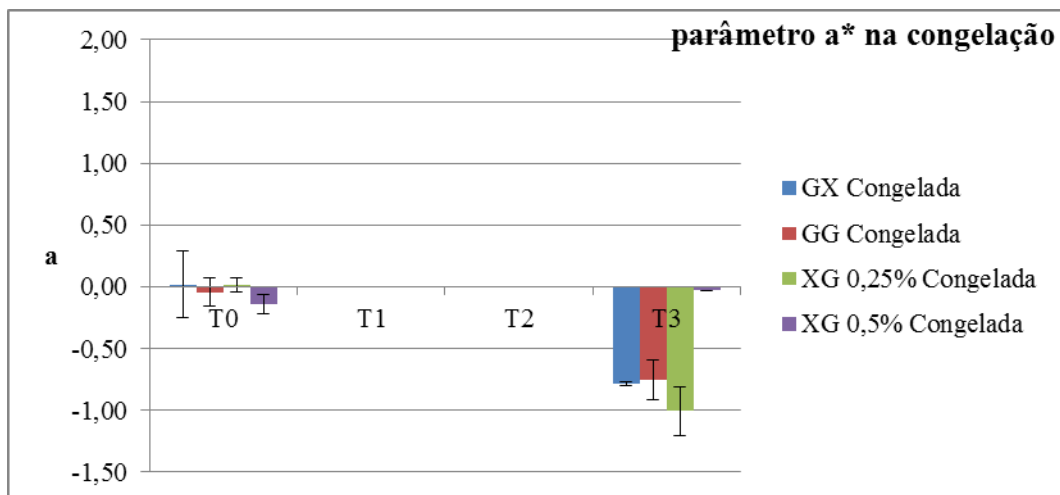


Figura 3.17 - Gráfico da variação do parâmetro a*, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

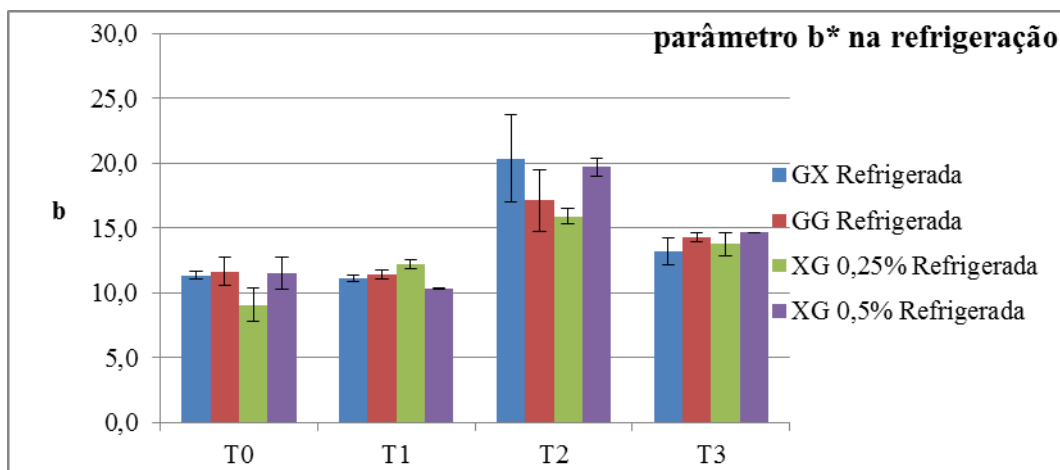


Figura 3.18- Gráfico da variação do parâmetro b*, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

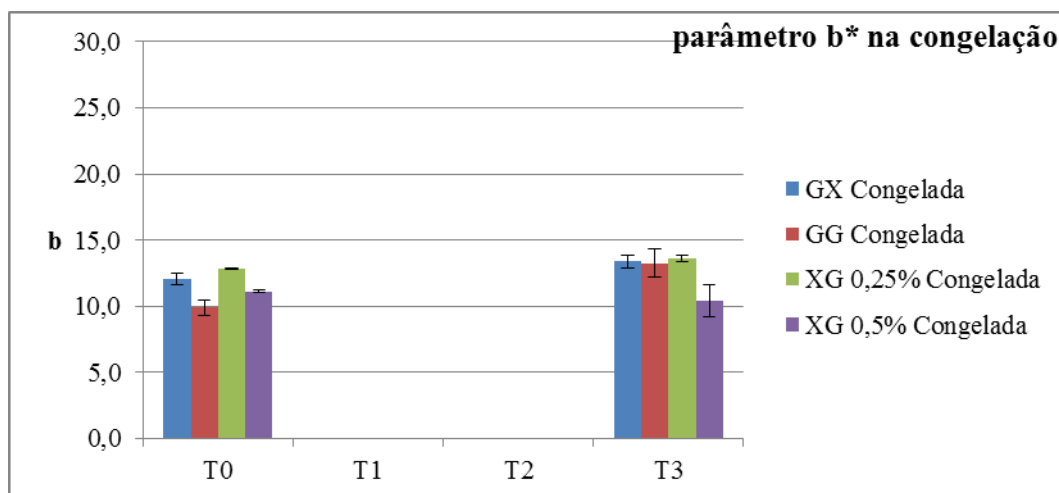


Figura 3.19 - Gráfico da variação do parâmetro b*, na medição da cor, ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

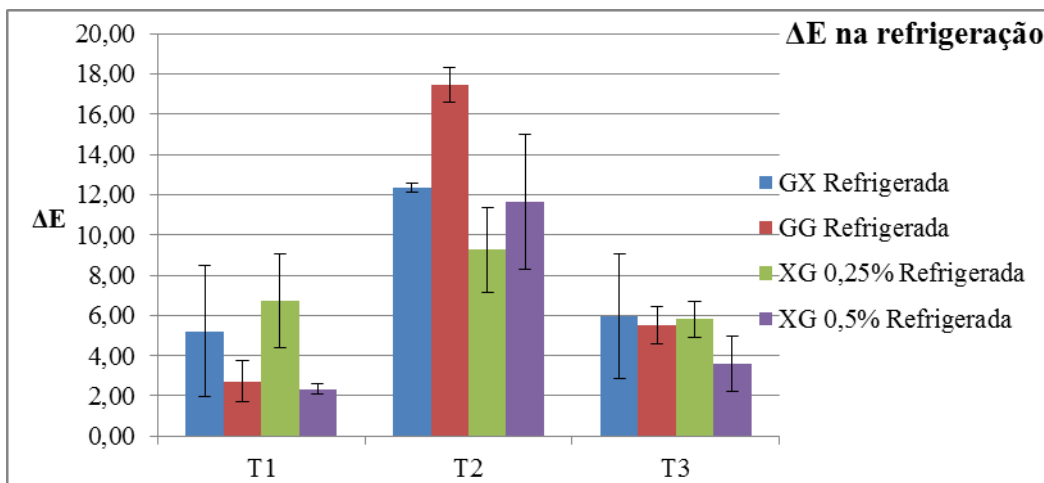


Figura 3.20 - Gráfico da variação total da cor ao longo do tempo, para as amostras refrigeradas.

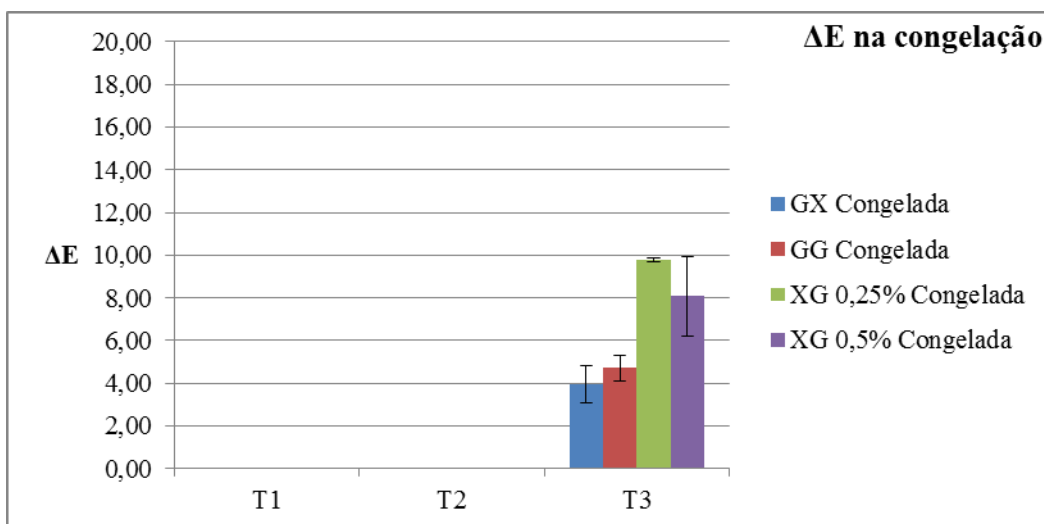


Figura 3.21 - Gráfico da variação total da cor ao longo do tempo, para as amostras congeladas.

De acordo com os gráficos obtidos e estatística ANOVA, para os parâmetros de cor e sua variação, podemos verificar que existe há uma variação significativa da cor nas amostras ao longo do tempo, quando o armazenamento é em refrigeração ($P < 0,05$). Na congelação, verifica-se que os valores se mantiveram semelhantes durante os tempos em estudo, para qualquer das amostras ($P > 0,05$). Esta variação da cor é induzida pelo aumento da oxidação e lipólise das gorduras, tal como verificado com o aumento da acidez e do TBA, e pelo crescimento microbiano. Com efeito, observou-se um aumento dos valores de **b** no parâmetro da cor, e uma diminuição dos valores de **L**, evidenciando uma diminuição da luminosidade, mostrando uma diminuição nos tons brancos e um aumento dos tons amarelados e mais escuros. O que foi observado foi precisamente uma tonalidade amarelada das amostras à superfície, provavelmente devido ao crescimento microbiano de colónias aeróbias na superfície da amostra, e á oxidação das gorduras, que conduziu a uma degradação da cor. A alteração de cor das amostras para valores mais negativos (verdes, parâmetro **a**), pode ser influência

do elevado crescimento microbiológico que se verificou nas amostras. O cheiro das amostras também era muito intenso, denotando a não-conformidade das emulsões em termos sensoriais.

Na variação total de cor (ΔE), foi possível verificar que existem diferenças significativas quando os vários tempos são comparados com $t=0$. As diferenças foram maiores para $t=2$, indicando que a degradação microbiana e oxidativa resultaram numa maior variação da cor das amostras logo na 2ª semana, em refrigeração. Após este tempo, as reacções de degradação resultam numa menor degradação da cor.

As amostras congeladas apresentaram ao longo do tempo uma variação na cor inferior ao das amostras refrigeradas, reflectindo que os processos de degradação das emulsões foi mais acelerado com o aumento de temperatura. Não se verificaram diferenças significativas entre gomas.

CONCLUSÕES

O estudo teve como objectivo o desenvolvimento produtos que permitissem a valorização de peles de frango, um sub-produto da industria avícola. Estas peles apresentam teores elevados em proteínas e lípidos que importa valorizar.

A fase mais importante do estudo centrou-se no alcance do objetivo de desenvolvimento de emulsões de pele de frango, com outros ingredientes de modo a: 1) possibilidade de incorporação em produtos cárneos de aves, como salsichas; 2) chegar a uma emulsão com carácter rígido, mas estável, tendo por isso sido testadas dois tipos de gomas (agentes espessantes e estabilizantes), em concentrações diferentes; 3) verificar se, sem a adição de aditivos, qual o tempo de prateleira das emulsões desenvolvidas.

Para a incorporação de peles em salsichas foram testadas diversas formulações em bancada. As melhores opções foram depois testadas em piloto. Das várias formulações testadas, verificou-se que o cozimento das peles antes da sua incorporação no processo de fabrico das salsichas foi o que apresentou resultados mais satisfatórios. Do ponto de vista de valorização de subproduto, a substituição da gordura suína por emulsões de peles de aves cozidas é positiva, não sendo necessários quaisquer investimentos estruturais, visto que todo o processo pode ser executado nas mesmas instalações fabris. Do ponto de vista tecnológico, a substituição não resulta em alterações significativas nas características finais do produto. Em termos nutricionais as experiências desenvolvidas podem ser classificadas como mais saudáveis uma vez que apresentam menores teores de lípidos, sendo um fator positivo e decisivo. Dentre as experiências realizadas, apenas a emulsão de peles de frango resultou em salsichas que apresentaram estabilidade oxidativa e aceitação sensorial, tendo sido preferida em relação ao padrão produzido com toucinho de porco. A emulsão preparada com peles de peru não resultou num produto passível de ser comercializado.

Na preparação de uma placa de toucinho de gordura de aves, utilizando espessantes, testaram-se diferentes formulações. Em relação aos melhores resultados obtidos em termos de viscosidade e dureza, testou-se a sua estabilidade ao longo do tempo, quer em refrigeração quer em congelação, mas sem adição de aditivos (conservantes). Concluiu-se que a não utilização de aditivos/conservantes, não permite um elevado tempo de prateleira se a amostra for mantida em refrigeração, tendo-se observado um elevado crescimento microbiano e um aumento da oxidação lipídica do produto. Mais testes podem ser feitos de modo a avaliar qual a percentagem mínima de aditivo que permite uma estabilidade da placa de gordura em termos de contaminação microbiológica e de oxidação lipídica, num espaço de tempo aceitável para corresponder à validade que neste momento se dá ao produto no mercado. No parâmetro Cor, verificou-se uma tendência para o escurecimento da amostra, principalmente devido ao desenvolvimento microbiano e à oxidação lipídica. Em paralelo, nas

amostras congeladas, ao longo de 1 mês, as diferenças observadas não foram tão acentuadas como em refrigeração.

Em relação à formação de placa de toucinho de aves, com um grau de dureza semelhante ao toucinho de porco, tendo-se testado diferentes gomas e formulações, verificou-se que a que apresentava maior rigidez, resultava de uma mistura entre as duas gomas, sendo que quanto maior a quantidade de goma inserida, maior a rigidez da emulsão. Foi possível verificar que a Goma Guar, conferiu maior rigidez e mais resistência à contaminação microbiana, em comparação com a Goma Xantana. Em suma, os resultados apresentados mostram que é viável a produção de uma emulsão rígida para possível incorporação em salsichas, como ingrediente rico em lípidos e proteína. No entanto, é pouco viável a sua utilização e estabilidade sem qualquer tipo de aditivo. Sugere-se a realização de mais testes para verificar qual o nível mínimo de aditivo a ser utilizado, ou ingredientes alternativos que não alterem o produto organolepticamente, mas sirvam como conservantes naturais (como óleos essenciais de plantas aromáticas).

A valorização deste sub-produto na substituição de toucinho de porco em salsichas frescas de peru pode ter uma dupla vantagem a nível industrial: a redução da produção de um resíduo e a possibilidade económica da sua exploração, nomeadamente por exportação para mercados em que a carne de porco seja um obstáculo, como por exemplo os países do Magreb.

REFERÊNCIAS

- Abdollahi, M.R., Ravindran, V., Svihus, B., (2013) “Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in broiler starters”, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 186, Issues 3-4, pp 193-203.
- Aliakbarpour, H.R., Chamani, M., Rahimi, G., Sadeghi, A.A. , Qujeq, D. (2013) “The *Bacillus subtilis* and Lactic Acid Bacteria Probiotics Influences Intestinal Mucin Gene Expression, Histomorphology and Growth Performance in Broilers”, *Asian-Australian Journal of Animal Science*, Volume 25, pp 1285-1293.
- Alnoman, M., Udombijitkul, P., Sarker, M., (2017) “Chitosan inhibits enterotoxigenic *Clostridium perfringens* type A in growth medium and chicken meat”, *Food Microbiology*, Volume 64, pp 15-22.
- AOAC (1990) “Official Methods of Analysis; Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs; Vol. 1”, 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, EUA.
- Bonifer, L. B.; Froning, G. W. (1996): "Chicken skin composition as affected by aqueous washing" *Journal of Food Science*, Vol. 61, No.5, pp 895-898.
- Bourne, M.C., (2002) “Chapter 4 - Principles of Objective Texture Measurement”, *Food Texture and Viscosity (Second Edition)*, pp 107-188.
- Castellini, C., Bastianoni, S., Granai, C., Dal Bosco, A., Brunetti, M., (2006) “Sustainability of poultry production using the emergy approach: Comparison of conventional and organic rearing systems”, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Issues 2-4, pp 343-350.
- Cecchi, H. M. (2001): “Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos”, Editora da UNICAMP; Campinas, São Paulo.
- Centenaro, G. S.; Furlan, V. J. M.; Soares, L. A. S. (2008) “Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais” *Ciências Agrárias* 29, 619-630.
- Chivero, P., Gohtani, S., Yoshii, H., Nakamura, A., (2015) “Effect of xanthan and guar gums on the formation and stability of soy soluble polysaccharide oil-in-water emulsions”, *Food Research International*, Volume 70, pp 7-14.

Choi, Y.J., Jin, S.K., Kim, I.S. (2009) The development of imitation crab stick containing chicken breast surimi, LWT - Food Science and Technology, Volume 42, Issue 1, pp 150-156.

Conway, A. (2015). Global poultry market grows despite avian influenza. Poultry Trends. [online] Disponível em: [Acedido em 18 Junho. 2016].

Couteaudier, M.; Denesvre, C. (2014) “Marek’s disease virus and skin interactions”; Veterinary research 45, 36.

Dalziel, C.J., Kliem, K.E., Givens, D.I., (2015) “Fat and fatty acid composition of cooked meat from UK retail chickens labelled as from organic and non-organic production systems”, Food Chemistry, Volume 179, pp 103-108.

FAO/ INFPD/IFAD (2012), “Family Poultry interactions with other production systems (forestry, free crops, annual crops, large animals, fisheries, etc): Nutritional opportunities and constraints.” (Proceedings of an e-conference). [online] Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/aq626e/aq626e.pdf> [Acedido em 2 Agosto 2016]

Felix, M., Romero, A., Guerrero, A., (2016) “Viscoelastic properties, microstructure and stability of high-oleic O/W emulsions stabilised by crayfish protein concentrate and xanthan gum”, Food Hydrocolloids, Volume 64, pp 9-17.

Fernando, A. L. A. C. (2005) Fitorremediação por *Miscanthus x giganteus* de solos contaminados com metais pesados, Dissertação de doutoramento, FCT, UNL, Lisboa, Portugal.

Fernando A. L. A. C. (2015) Análise de alimentos: caracterização físico-química, FCT/UNL, disponível em http://docentes.fct.unl.pt/ala/files/analise_de_alimentos_caracterizacao_fisico-quimica.pdf

Food Standards Agency, (2015) Meat Industry Guide, Food Standards Agency. Disponível em: <https://www.food.gov.uk/business-industry/meat/guidehygienemeat>, Acedido em: 25/08/2016.

Fretin, M., Ferlay, A., Verdier-Metz, I., (2017) “The effects of low-input grazing systems and milk pasteurisation on the chemical composition, microbial communities, and sensory properties of uncooked pressed cheeses”, International Dairy Journal, Volume 64, pp 56-67.

Givens, D.I., Gibbs, R.A., Rymer, C., Brown, R.H., (2011) “Effect of intensive vs. free range production on the fat and fatty acid composition of whole birds and edible portions of retail chickens in the UK”, Food Chemistry, Volume 127, Issue 4, pp 1549-1554.

Gomes, J. C.; Oliveira, G. F. (2011) *Análises físico-químicas de alimentos*. 303p. Viçosa, MG, BR. Editora UFV.

Granger C., Barey, P., Veschambre, P., Cansell, M., (2005) “Physicochemical behavior of oil-in-water emulsions: influence of milk protein mixtures, glycerol ester mixtures and fat characteristics”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Volume 42, Issues 3–4, pp 235-243.

Grazziotin, A., Pimentel, F.A., Jong, E.V.D., Brandelli, A., (2008), “Poultry feather hydrolysate as a protein source for growing rats”, *Brazilian Journal of Veterinary Res. Anim. Sci.*, Issue 45, pp 61–67.

Greene, B. E.; Cumuze, T. H. (1981) Relationship Between TBA Numbers and Inexperienced Panelists’ Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef. *Journal of Food Science*, v. 47, p. 52–58.

Hayati, I., Ching, C., Rozaini, M., (2016) Flow properties of o/w emulsions as affected by xanthan gum, guar gum and carboxymethyl cellulose interactions studied by a mixture regression modeling, *Food Hydrocolloids*, Volume 53, pp 199-208.

He, S., Franco, C., Zhang, W., (2013) “Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP)”, *Food Research International*, Volume 50, Issue 1, pp 289-297.

Hur, S.J., Choi, B.D., Choi, Y.J., Kim, B.G., Jin, S.K., (2011) “Quality characteristics of imitation crab sticks made from Alaska Pollack and spent laying hen meat”, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 44, Issue 6, pp 1482-1489.

INE, Instituto Nacional de Estatística (2016). “Estatísticas Agrícolas 2014” .Instituto Nacional de Estatística. [online] Disponível em: www.ine.pt [Acedido em 23 Junho. 2016].

ISO 6887-1 (1999): “Microbiology of food and animal feeding stuffs, Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination; General rules for the preparation of the initial suspension and decimal solutions”, International Organisation for Standardisation, Delft, The Netherlands.

ISO 8199 (2005): “Water quality – General guide to the enumeration of microorganisms by culture”, International Organisation for Standardisation, Delft, The Netherlands.

Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K. and Bawa A. S. (2012) “Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review.”, *Journal of Food Science and Technology*, No. 49, Chapter 3, pp 278-293.

Jiang, J., Xiong, Y.L., (2015) “Role of interfacial protein membrane in oxidative stability of vegetable oil substitution emulsions applicable to nutritionally modified sausage”, *Meat Science*, Volume 109, pp 56-65.

Jin, S.K., Kim, I.S., Choi, Y.J., Kim, B.G., Hur, S.J., (2009) “The development of imitation crab stick containing chicken breast surimi”, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 42, Issue 1, pp 150-156.

Katzbauer, B., (1998) “Properties and applications of xanthan gum”, *Polymer Degradation and Stability*, Volume 59, Issues 1–3, pp 81-84.

Khulal, U., Zhao, J., Hu, W., Chen, Q., (2016) “Nondestructive quantifying total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in chicken using hyperspectral imaging (HSI) technique combined with different data dimension reduction algorithms”, *Food Chemistry*, Volume 197, Part B, pp 1191-1199.

Lasekan, A., Bakar, F.A., Hashim, D., (2013), Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources, *Waste Management*, Volume 33, Issue 3, pp 552-565.

Lélé, S.M., (1991), "Sustainable Development: A Critical Review.", *World Development*, Vol. 19, No. 6, pp 607-621.

Lopes, M., Galhardo, J., Oliveira, J., (2007) Research of *Salmonella* spp. and indicators microorganisms in poultry carcasses and chilling tanks water in poultry slaughterhouse, *Ciências Agrárias, Londrina*, volume 28, nº 3, pp 465-476.

Monção, E.C., Ramos, L.S.N., Silva, F.W.S.; Sousa, P.B.; Silva, E.F.; Lima, M.A. 2012. Determinação de *Salmonella* spp. em carcaças de frango de um abatedouro de aves de Teresina-Piauí. VII CONNEPI – Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas-Tocantins, Disponível em: <<http://propi.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/757/2642>> Acedido em: 26/08/2016

Nikolaev, I.V., Sforza, S., Lambertini, F., Ismailova, D.Yu., Khotchenkov, V.P., Volik, V.G., Dossena, A., Popov, V.O., Koroleva, O.V., (2016) Biocatalytic conversion of poultry processing leftovers: Optimization of hydrolytic conditions and peptide hydrolysate characterization”, *Food Chemistry*, Volume 197, Parte A, pp 611-621.

Niu, F., Pan, W., Su, Y., Yang, Y., (2016) “Physical and antimicrobial properties of thyme oil emulsions stabilized by ovalbumin and gum Arabic”, *Food Chemistry*, Volume 212, pp 138-145.

NP 1829 (1982): “Microbiologia Alimentar, Colheita de amostras para análise microbiológica”, Norma Portuguesa, Direção Geral da Qualidade, Instituto Português da Qualidade.

NP 3356 (1990): “Determinação do índice tiobarbitúrico (T.B.A.), Método espectrofotométrico”, Norma Portuguesa, Direção Geral da Qualidade, Instituto Português da Qualidade.

Onuh, J.O., Girgih, A.T., Aluko, R.E., Aliani, M., (2014) “In vitro antioxidant properties of chicken skin enzymatic protein hydrolysates and membrane fractions”, *Food Chemistry*, Volume 150, pp 366-373.

Piette, G., Hundt, M., Jacques, L., & Lapointe, M. (2001): “Influence of extraction temperature on amounts and quality of rendered chicken fat recovered from ground or homogenized skin.” *Poultry Science*, No. 80, pp 496–500.

Pino, L.M., (2005) Estabilidade oxidativa da carne de frango alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenada sob congelamento. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 60 pp.

Pitardi, D., Meloni, D., Maurella, C., Di Vietro, D., Nocilla, L., Piscopo, A., Pavoletti, E., Negro, M., Caramelli, M., Bozzetta, E., (2013) “Specified risk material removal practices: Can we reduce the BSE hazard to human health?”, *Food Control*, Volume 30, Issue 2, pp 668-674.

Ponte, P.I.P., Prates, J.A.M., Crespo, J.P., Crespo, D.G., Mourão, J.L. (2008) “Improving the Lipid Nutritive Value of Poultry Meat Through the Incorporation of a Dehydrated Leguminous-Based Forage in the Diet for Broiler Chicks”, *Poultry Science*, Volume 87, pp 1587-1594.

Qin, Y.Y.; Yang, JI-YI.; Lu, H-B; Wang, S. S.; Yang, J.; Yang, X. C.; Chai, M.; Li, L.; Cao, J. X. Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties. *International journal of biological macromolecules*, v. 61, n. 2013, p. 312–6, out. 2013.

Racanicci, A., Menten, J., Arce, M., (2004) Oxidação Lipídica do Óleo de Visceras de Aves Reduz o seu Conteúdo de Energia Metabolizável para Frangos de Corte na Fase de Crescimento, *R. Bras. Zootec.*, volume 33, nº 4, pp 919-923.

REGULAMENTO (CE) N.º 1774/2002 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 3 de Outubro de 2002, que estabelece regras sanitárias relativas aos subprodutos animais não destinados ao consumo humano, JO L 273, 1-188.

Ribeiro, A. P. F. (2013) Perfil nutricional da fracção lipídica da carne de aves cinegéticas (perdiz, faisão, pato).

Sahraei, M., (2012) “Feed Restriction in Broiler Chickens Production: A Review”, *Global Veterinaria*, Volume 8, Issue 5, pp 449-458.

San Martin D., Ramos, S., Zufia J., (2015) “Valorization of food waste to produce new raw materials for animal feed”, *Food Chemistry*, Vol. 198, pp 68–74.

Sarboon, N.M., Badii, F., Howell, N.K., (2013) “Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin”, *Food Hydrocolloids*, Volume 30, Issue 1, pp 143-151.

Shabani, S., Seidavi, A., Asadpour, L., Corazzin, M., (2015) “Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens”, *Livestock Science*, Volume 180, pp 150-157.

Shen, J., Wu, X., Hu, D., Jiang, H., (2002) Pharmacokinetics of florfenicol in healthy and *Escherichia coli*-infected broiler chickens, *Research in Veterinary Science*, Volume 73, Issue 2, pp 137-140.

Silva, J.A, (1998) Microrganismos patogênicos em carne de frangos, *Higiene Alimentar*, volume 12, nº 58, pp 9-1.

Souza, X.R. (2004) Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, pp 334.

Szczesniak, A.M., (2002) “Texture is a sensory property”, *Food Quality and Preference*, Volume 13, Issue 4, pp 215-225.

Tabilo-Munizaga, G., Barbosa-Cánovas, G.V., (2005), “Rheology for the food industry”, *Journal of Food Engineering*, Volume 67, Issues 1–2, pp 147-156.

Tadros, T., (2004) “Application of rheology for assessment and prediction of the long-term physical stability of emulsions”, *Advances in Colloid and Interface Science*, Volumes 108–109, pp 227-258.

Tan, S.M., Lee, S.M., Dykes, G.A., (2014) “Fat contributes to the buffering capacity of chicken skin and meat but enhances the vulnerability of attached *Salmonella* cells to acetic acid treatment”, *Food Research International*, Volume 66, pp 417-423.

Tcholakova, S., Denkov, N.D., Ivanov, I.B., Campbell, B., (2006) “Coalescence stability of emulsions containing globular milk proteins”, *Advances in Colloid and Interface Science*, Volumes 123–126, pp 259-293.

Tobin, B. D.; O’Sullivan, M. G.; Hamill, R. M.; Kerry, J. P. (2012) Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. *Meat Science*, v. 92, p. 659-666.

UNEP (1972) “Stockholm declaration of the Stockholm declaration on the human environment”, United Nations Environmental Program.

UNEP (2005) “Assessment of Environmental “Hot Spots” in Iraq”, United Nations Environmental Program.

USDA (National Nutrient Database for Standard Reference from the United States Department of Agriculture).disponível em <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/>, acedido em janeiro de 2016.

Ven, C., Courvoisier, C., Matser, A., (2007) “High pressure versus heat treatments for pasteurization and sterilisation of model emulsions”, Innovative Food Science and Emerging Technologie, Volume 8, pp 230-236.

Wendin, K., Hall, G., (2001) Influences of Fat, Thickener and Emulsifier Contents on Salad Dressing: Static and Dynamic Sensory and Rheological Analyses, LWT - Food Science and Technology, Volume 34, Issue 4, pp 222-233.